

KÖRNYEZETI TÉRINFORMATIKA

JEGYZET A FÖLDMÉRŐ ÉS TÉRINFORMATIKA
SZAKOS HALLGATÓK SZÁMÁRA



DR WINKLER GUSZTÁV

2011.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETŐ	3. oldal
2. A TÉRINFORMATIKAI ADATGYŰJTÉS FEJLŐDÉSÉRŐL	5. oldal
3. KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVIZSGÁLAT	6. oldal
3.1. Környezetvizsgálat és térinformatika	7. oldal
3.2. Példák a környezeti térinformatikai rendszerekre	8. oldal
4. KÖRNYEZETI KATASZTRÓFÁK TÉRINFORMATIKAI VIZSGÁLATA	12. oldal
4.1. A vörösiszap katasztrófáról (a megjelent publikációk alapján)	12. oldal
4.2. Az árvizek és a belvíz vizsgálatának kérdései	19. oldal
4.3. Árvízi előrejelzések (fővédelvonalak meghatározása) és a térinformatika	23. oldal
5. A TÉR ÉS IDŐ PROBLÉMÁJÁNAK KÉRDÉSE AZ ADATGYŰJTÉSBEN	30. oldal
6. A REKONSTRUKCIÓ ELMÉLETE	36. oldal
6.1. Vizsgálatok az időben	36. oldal
6.2. Környezetrekonstrukció	37. oldal
6.3. Eseményrekonstrukció	39. oldal
7. HUMÁN CÉLÚ ADATBÁZISOK KÉRDÉSEI	42. oldal
7.1. A régészeti célú térinformatikai rendszerekről	42. oldal
A távérzékelés lehetőségei a felszín alatti objektumok felderítésénél	43. oldal
Példák a régészeti térinformatikára	44. oldal
7.2. A történeti térinformatikai rendszerekről	47. oldal
A történeti térinformatikáról	48. oldal
A történeti környezetrekonstrukcióról	48. oldal
Példák a történeti térinformatikai rendszerekre	49. oldal
7.3. Az egészségügyi térinformatikai rendszerekről	51. oldal
A térinformatikáról, az egészségmegőrző rendszer alapjáról	51. oldal
Az alaptérkép-rendszer kiválasztása és elkészítése	52. oldal
A szakadatok kezelése	53. oldal
Példák a rendszer használatára	54. oldal
7.4. Az erőd kutatásról, mint komplex térinformatikai feladatról	57. oldal
Az erőd kutatás általános kérdései	57. oldal
Az építőmérnöki ismeretek szerepe	57. oldal
A geodézia, mint a rendszer alapja	58. oldal
Katonai objektumok felderítése	60. oldal
Katonai objektumok rekonstrukciója	61. oldal
8. AJÁNLOTT IRODALOM	64. oldal

1. BEVEZETŐ

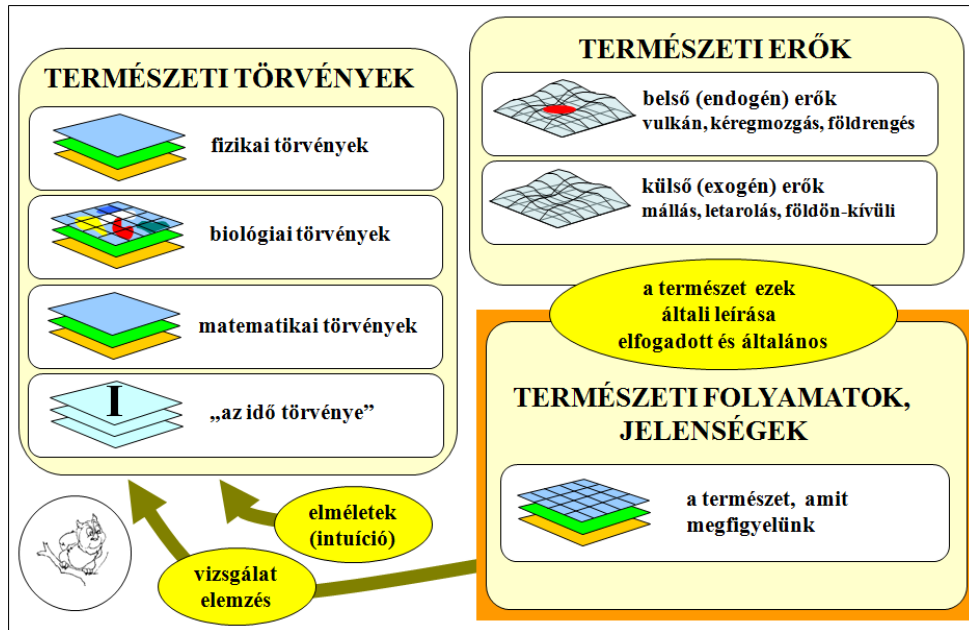
A jegyzet a környezetünk úgynevezett tematikus jelenségeire, objektumaira vonatkozó, térhez kötött (térvésetileg is jellemezhető) információk gyűjtésével, térinformatikai feldolgozásával foglalkozik. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy nem foglalkozunk a szűkebben vett térképvéseti, földmérés adatbázisok kialakításával, illetve az ezekhez kapcsolódó település-irányítási, menedzsment szakterületekkel. Ezeken kívül viszont szeretnénk bemutatni mindazokon a szakterületeken meglévő vagy kialakítandó lehetőségeinket, amelyek általában igénylik a térképi jellegű információkat. Reméljük, hogy ezzel is segítjük a hallgatók jobb kitekintését egyéb területekre, növelve látókörüket és elősegítve későbbi tevékenységüket.

Természetesen valamilyen határt kell szabni ennek a tematikusnak (nem elsősorban geometriai jellemzőkkel bíró) mondható jelenségkörnek. A határok két szempontból érdekesek. Az egyik térképvéseti, mégpedig az, hogy milyen földrajzi körben, milyen méretarányban történik az az információgyűjtés, amit a jegyzet keretében egy csoportba foglalunk. Ezzel kapcsolatban megállapítjuk, hogy általában nem kívánunk foglalkozni az úgynevezett nagyméretarányú (1:100-1:2000) térképekhez köthető adatbázisokkal. A másik irányban viszont érintjük már a földrajzi kategóriákat is (esetenként az 1:1000000 méretarányt).

A határ-állítás másik szempontja a tartalomra vonatkozik. Itt könnyebb a helyzetünk, mivel a jegyzet címében megtalálható a környezet szó. Tehát a környezeti adatok meghatározásával, térinformatikai rendszerben foglalásával foglalkozunk. Most már csak az a feladatunk, hogy meghatározzuk, mi tartozik ide. Gyakorlatilag minden, ami bennünket körülvesz, a fizikai környezet, természet, és az emberek által létrehozott objektumok, jelenségek is. Ez alapján, szakszerűbb szavakkal: Ide tartozik természetesen a környezet- és természetvédelem, ezek egészségügyi vonatkozásai. Foglalkozunk továbbá a napjainkban „divatos” katasztrófa-kérdéssel (árvizek, stb.), a humán területek (régészet, történelem) környezeti kapcsolataival. Kiemelt téma a fentiekkel szorosan összefüggő környezeti és objektum-rekonstrukció, valamint az ilyen témakörökben, az adatgyűjtés körülményeivel összefüggő tér és idő megbízhatóságának kérdése. Ez utóbbiak azért is fontosak, mert a világban történő változások részben felgyorsultak, és térben olyan sokrétűvé váltak, hogy az adatok ellenőrzése, esetleges kiegészítése elengedhetetlen a térképvésetítő, térinformatikai rendszer-fejlesztők számára. Továbbá gyakran csak a folyamatok időbeni vizsgálata által juthatunk el olyan újabb eredményekhez, melyek a térinformatika egyik lényegét adják, ilyenek például a környezeti folyamatok (változások), vagy már nem meglévő régebbi jelenségek, objektumok kutatása.

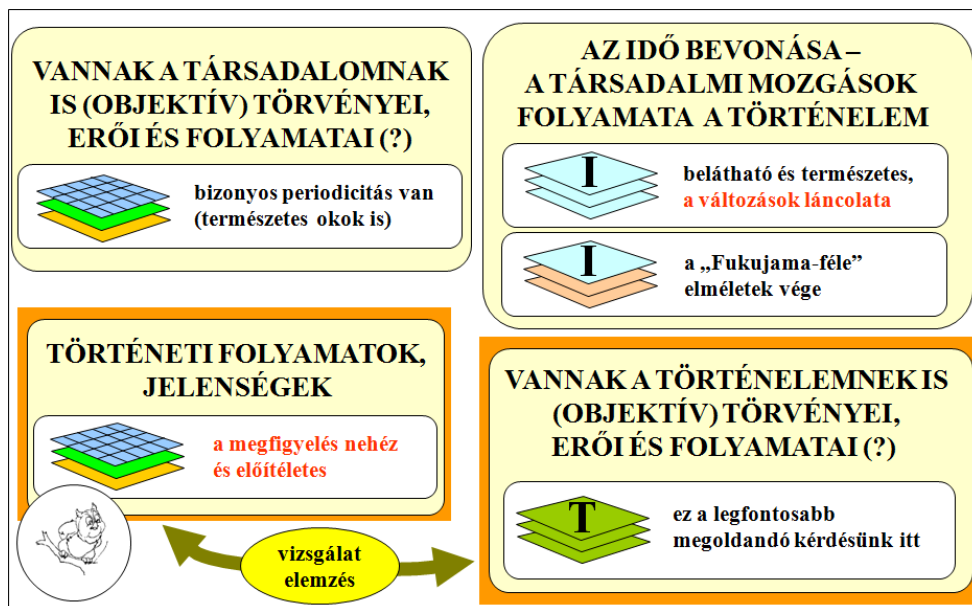
Amint majd kiderül, a környezeti adatgyűjtésben és az információk feldolgozásában komoly szerepet játszanak azok a törvények, amelyek részben ember alkotta jogszabályok (környezetvédelmi, természetvédelmi, stb. törvények), részben pedig magának a természeti folyamatoknak a törvényszerűségei (**1. ábra**). Számunkra az előbbiek azért fontosak, mert társadalmi és anyagi háttérrel nyújtanak a kutatásokhoz, munkához, továbbá általánosságban meg is határozzák azt, mivel kell, mivel lehetséges foglalkozni ezeken a területeken. Ez sokszor nagy könnyebbséget is jelent a megvalósításnál.

A természeti folyamatok törvényszerűségei pedig a konkrét adatgyűjtésnél segítenek. Amennyiben például tisztában vagyunk a természeti erők működésével, időbeli vizsgálatainknál (pl. környezeti folyamatok elemzése) kiindulópontot, és irányt is jelentenek.



1. ábra

Valami hasonló jelentkezik, amikor adatgyűjtésünket és a feldolgozást a társadalmi jelenségekkel kapcsolatban végezzük. Ha nem is annyira világosan, de a nemzetközi gyakorlatban már megfogalmazzák a természeti törvényekhez hasonló megnyilvánulásokat ezen a területen is (**2. ábra**). Itt a feladatunk akár kettős is lehet. Részben ezeknek a törvényszerűségeknek alapján építjük fel térinformatikai rendszereinket (elemzéshez), részben pedig (ami még érdekesebb) a térinformatika segítségével (hosszabb időtávot és sokrétű anyagot feldolgozva) elősegíthetjük ezeknek a folyamatoknak, törvényszerűségeknek a felismerését.



2. ábra

2. A TÉRINFORMATIKAI ADATGYŰJTÉS FEJLŐDÉSÉRŐL

A térinformatikai rendszerek adatbázisának feltöltése, akár a környezetvizsgálatnál, akár a teljesen humán feladatok esetében nem tekinthető úgy, mint egy részletesen és pontosan meghatározható folyamat (amit, ha egyszer megtanulunk, hosszú ideig alkalmazhatunk). Ennek a legfőbb oka az, hogy a szakterületen folyamatos fejlődés van, így a konkrét feladatok, megoldási módok is folyamatosan változnak. Természetesen van jó oldala is a dolognak, hiszen a szakemberek elé újabb és újabb problémák kerülnek. Ezt kiegészítve utalhatunk még a jogszabályok változására is.

Az egyik legfőbb hajtóerő az új gazdasági-társadalmi ágazatok megjelenése, új igények jelentkezése. Az újabb igényeket e mellett az újabb technikai lehetőségek is serkentik. Főként a témáink között is szereplő humán terület fogalmaz meg újabban egyre szélesebb körű feladatokat a térinformatika számára, ami a műemlékvédelmen keresztül, a régészeti, katonai kutatások támogatásáig terjed, nem beszélve az egyre terjedő környezetvizsgálatot igénylő kérdések elszaporodásáról. Ide tartozik még a múlt megismerésének egyre nagyobb igénye (környezetrekonstrukció), valamint ezek alapján a fejlődési tendenciák vizsgálata.

Nagyfokú lehetőségeket kínál, a feladatmegoldás fejlődését segíti a kiértékelő, adatgyűjtő technológia folyamatos változása is. A lehetőségek mellett a környezeti problémák bonyolódása, a kutatások egyre összetettebb (pl. a felkutatandó jelenségek fedettebbek) volta maga is visszahat a technológiára, újabb módszerek kidolgozására ösztönözve. Az utóbbi időben leginkább a számítástechnika fejlődése szolgál iránymutatóul, de kialakultak új távérzékelési, adatgyűjtési lehetőségek is (pl. aktív lézer szkener a mikrodomborzat felmérésére), valamint az adatfeldolgozás is könnyebbé vált (digitális fotogrammetria). A térinformatika kialakulása sajátos rendszereivel (GIS) egyaránt lett követelmény és divat is. Természetesen a környezeti kutatások megkívánt komplexitása maga után húzza a térinformatika használatát. A sokféle adat egységes feldolgozása, az egységes geometria követelménye ezt támasztja alá. Napjainkra elmondható, hogy általában nem lehet mellőzni a GIS-ben történő adatgyűjtést, főként, ha segítségével újabb információkhoz szeretnénk hozzájutni. Ugyanakkor egyre inkább divat is, néha egyszerű digitális térképeket térinformatika névvel illetnek a könnyebb eladhatóság végett.

További fejlődési lehetőséget biztosít a térinformatika alkalmazása akkor, ha a térbeli adatgyűjtést összekötjük az időbeli vizsgálatokkal. Az újabb feldolgozási módszerek lehetővé teszik az archív anyagok egységes kezelését, segítségükkel új információk létrehozását. Napjainkra lehetővé vált a legrégebbi (XVIII. századi) topográfiai térképek integrálása is, ami nagyobb távlatokat nyitott a kutatásban.

Tömören:

- 1. új társadalmi-gazdasági igények biztosítják a feladatok bővülését**
- 2. a számítástechnika és a kiértékelő eljárások fejlődése fő húzóerő**
- 3. a térinformatika szükséges alapeljárás és ugyanakkor divat is**
- 4. tér- és időbeli interpretáció lehetőségének növekedése meghatározó elem**

3. KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVIZSGÁLAT

Az előzőekben történt általános elvi kérdések megvizsgálása után rátérünk a különböző szakterületek részletes bemutatására. Ezek gyakorlatilag legkiterjedtebb és természetszerűleg legfontosabb területe a környezet- és természetvédelem. Noha pont emiatt ebben a témában nagyon sok elméleti mű született, és a szakmai gyakorlatban is sokféle megoldás és rendszer jött létre, mégis szükséges legalább nagyobb vonalakban foglalkozni a környezetvédelem témakörével.

A környezet- és természetvédelem kérdésköréhez szorosan hozzátartozik a térképi megjelenítés. Ennek oka részben nyilvánvaló (térképen kell ábrázolni a különféle jelenségeket), részben pedig célirányos, előreivő. Mindez főleg azért, mert a térkép alkalmas a figyelemfelhívásra, a káros összefüggések bemutatására. Ez utóbbiak pedig a következők miatt fontosak: A környezet használata teljesen alávetett a gazdaságnak, a reklámok ellenérdekeltek. Legfőbb ok az úgynevezett „fenntartható fejlődés” elmélete, miszerint ugyan ki lehet zsákmányolni környezetünket, de ezt úgy kell, hogy ne legyen kizsákmányolva. Ezt tetézi, hogy általában a gazdasági tervezést nem előzi meg ökológiai vizsgálat (sehol a világban), pedig az ökológiai rendszer zárt, a gazdasági rendszer pedig nyitott. A gazdasági fejlődés elve pedig e szerint azonos a környezet-kifosztással. Mindezen kemény megfogalmazások után világos, hogy a térinformatikai alapú környezetvizsgálat (főleg kisebb méretarányokban) alkalmas a már világméretű, összefüggő problémakör bemutatására, a problémák feltárására.

Egyébként ahhoz, hogy a politika döntésképes legyen ezeken a területeken, szüksége van a környezet és természet elemzésére. Ennek alapvető eszköze pedig maga a környezetvizsgálat (hivatalos keretek között eredménye a környezeti hatástanulmány).

A környezetvizsgálat alapvető kiindulópont, azzal a kiegészítéssel, hogy nem mindegy, környezet- vagy természetvédelemről van szó, milyen egészségügyi határértékek figyelembevétele történik, és milyen természeti jelenségeket vizsgálunk. Erre hozták létre a törvényi szabályozásokat, amelyek hazánkban gyakorlatilag lefedik a kapcsolódó szakterületeket. A környezetvédelmi törvény a károsítók (károsodások) szerint határozza meg a tevékenységet, a természetvédelmi törvény pedig a védett területeken a természeti rendszerek, értékek védelmével foglalkozik. Az erdőtörvény határozta meg először az ökológiai folyosók fogalmát, valamint azt, hogy az erdő az alapvető ökológiai elem.

A környezetvizsgálat ezek alapján való megvalósítása tehát komoly jogszabályi háttérre támaszkodik. Szempontunkból két nagy csoportját különböztethetjük meg, a tervezési és a vizsgálati jellegűeket. Mivel a tervezési hatásvizsgálatok a leendő működésre vonatkoznak, a várható emissziókkal számolnak, teendők velük kapcsolatban csupán a digitális alaptérkép előállítás, illetve bizonyos egyszerű térinformatikai alap szolgáltatása lehet. Emiatt ezekkel tovább nem is foglalkozunk.

Annál több a lehetőségünk a vizsgálati jellegű környezetkutatásnál. Az úgynevezett működési vizsgálatoknál előtérbe kerül a szennyezések terjedése, ennek előrejelzése. Az oknyomozó vizsgálatok alapja a korábbi környezet rekonstrukciója, a szennyezések kezdetének meghatározására, a környezeti folyamatok modellezésére, a negatív hatások időbeli változásának kimutatására. Végül ehhez hasonló az a terület, ahol a környezet hatását vizsgáljuk (a múltra vonatkoztatva) valamilyen objektumra, jelenségre.

3.1. Környezetvizsgálat és térinformatika

A környezetvédelmi térinformatikai rendszerek lényeges vonásaikban különböznek a térképészeti célú rendszerektől. Legfőképpen abban, hogy a különböző feladatok megoldását segítő GIS-ek különböző szerkezetet, adatokat igényelnek. Ilyen módon a méretarány-különbség eleve gátat jelenthet az információk esetleges konvertálásánál. Tehát nincs mindenre jó GIS. Egyébként ugyanúgy csoportosíthatjuk a rendszereket országos, regionális és helyi rendszerekre, mint máshol, azzal a kiegészítéssel, hogy esetünkben ezek a méretarányon kívül biztosan az „attribútum-adatok” felépítésében is eltérnek.

További megállapítás lehet, hogy a korunkban egyre bővülő adatforrások és bonyolódó igények miatt a térinformatika alapvető feldolgozási módszer lett a környezetvizsgálatokban. Ugyanez áll a kommunikációs lehetőségekre is. Ezen kívül a környezeti GIS-eknek lehet egy olyan hozadéka is, hogy a nyilvántartási jelleg mellett a térbeli analízis, de legalább az együttes kiértékelés lehetősége az újszerű (csak az együttes adatkezeléssel feldolgozható) információk kinyerésének is alapjául szolgálhat.

Természetesen a környezetvédelmi célú GIS kialakításának meg kell felelnie a törvényi szabályozásnak. Tehát alaprendszere az EOVS, ebben kell az összes adatot integrálni (ami néha nem kis feladat). Ezen kívül a hazai szelvényezési rendszert is figyelembe kell venni. Már az egyéb szakterületek felé való csatlakozás miatt is általában az 1:4000 és 1:10000 méretarányok között kell választani. Ez utóbbi ráadásul az egyetlen olyan (polgári) alaptérképmű, amely a természeti valóságot ábrázolja a domborzattal együtt. Ezért is nevezhetjük a környezeti adatgyűjtés és rendszerek legelfogadottabb helyi-regionális alapjának az 1:10000 méretarányú topográfiai térképet. Ehhez természetesen a helyi adottságok, feladatok miatt csatlakozhat helyenként nagyobb méretarányú feldolgozás (úgynevezett lépcsős térképmű).

A térinformatikai rendszerek egyik legnagyobb előnyét, a legkülönfélébb anyagok geometriai illesztésének viszonylag gyors illeszthetőségét, nyilvánvalóan gyakran használhatjuk, amennyiben figyelembe vesszük a feldolgozandó adatok, térképek sokszínűségét (vetület, torzulás, méretarány, stb.).

A környezetvédelmi GIS egyik alapvető feladata a környezet-rekonstrukción alapuló változásvizsgálat lehetővé tétele, különös tekintettel a régi információk környezeti szempontból való elemzésére. Ez a folyamatok modellezésénél, és a kiinduló alapok meghatározásánál is fontos szerepet játszik. Áttérve a szűkebb tartalmi kérdésekre, feladat a legkülönfélébb anyagok, jelenségek és mértékek fizikai és tartalmi illesztése. Ezen néha átsiklanak, pedig már az adatgyűjtésnél tudni kell, mit hogyan regisztrálok, hiszen egy elemzés bukkhat azon, hogy nem tudom összeegyeztetni a különböző dolgokat. Tehát például a pont rendszerű adatokat a poligonokkal, a litert a méterrel, egy relatív információt (pusztuló erdő) a konkrét mérésekkel (10 db faevő giliszta). Végül általában el kell érni, hogy a környezeti információkat a felhasználó a terület bármely részén elérje (adatok térben való kiterjesztése).

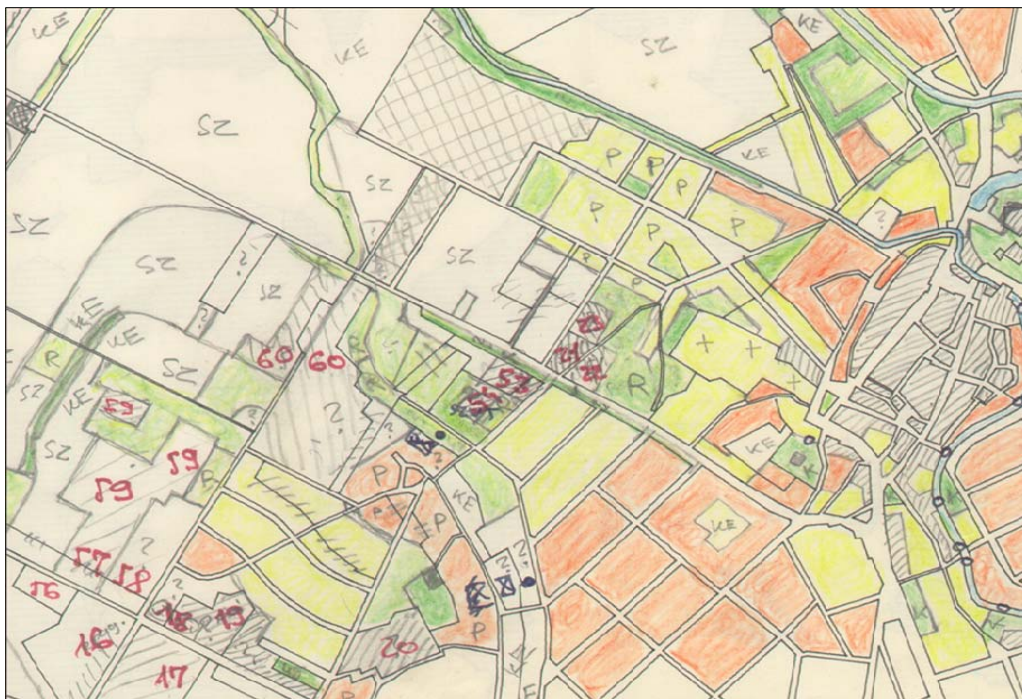
Tömören:

- 1. Az egyre bonyolódó környezet megkívánja a térinformatika használatát a kutatásban**
- 2. Erre rendelkezésre állnak a törvényi szabályozások**
- 3. A környezeti GIS legalkalmasabb alaprendszere az 1:10000 topográfiai alaptérkép**
- 4. Az attribútum-adatok meghatározásánál figyelembe kell venni a sokszínűséget és a későbbi elemzés lehetőségét is**

3.2. Példák a környezeti térinformatikai rendszerekre

Az alábbiakban néhány megvalósult rendszeren keresztül mutatjuk be azokat a jellegzetességeket, amelyek a regionális (topográfiai méretarányú) GIS-t jellemzik. Természetesen itt csak néhány kiemelt témára tudunk összpontosítani, illetve az adatgyűjtési tanulságokra térünk ki.

Az első, és mindig alkalmazandó technikai lépés a terepi adatgyűjtés és bejárás végrehajtása. A távérzékelt adatok feldolgozásának és a térinformatika alkalmazásának korában előfordulhat, hogy a térinformatikus, térképkészítő szakember (részben idő, részben anyagi megfontolásokból) úgynevezett irodai munkával kívánja megoldani feladatát. Pedig meg kell tanulni, hogy a terepbejárás az egyik legfontosabb adatszervező forrás. Mind a saját tapasztalat (problémák terepi észlelése), mind a lakosság elmondásai nagyon sok új elemet jelentenek az adatgyűjtésben. Sok esetben pedig levegőből nem is látható dolgokat (pl. személtlerakók erdős területen) is lokalizálni lehet. És van még egy összetevője a vizsgálatoknak. Ha a kutatásban érintett cégektől hivatalos úton akar az ember információt szerezni, gyakran kifut a vállalkezési időből. Mindezt a terepen esetenként rövidebb idő alatt meg lehet szerezni. A 3. ábrán egy ilyen terepi adatgyűjtés vázlatának részletét látjuk. Ezen a beépítés változásától a talaj- és talajvíz-szennyezési pontokon keresztül a környezeti szempontból lényeges, (számmal jelzett) vállalkezések is fel vannak tüntetve.



3. ábra (Mosonmagyaróvár, környezetvédelmi rendszer)

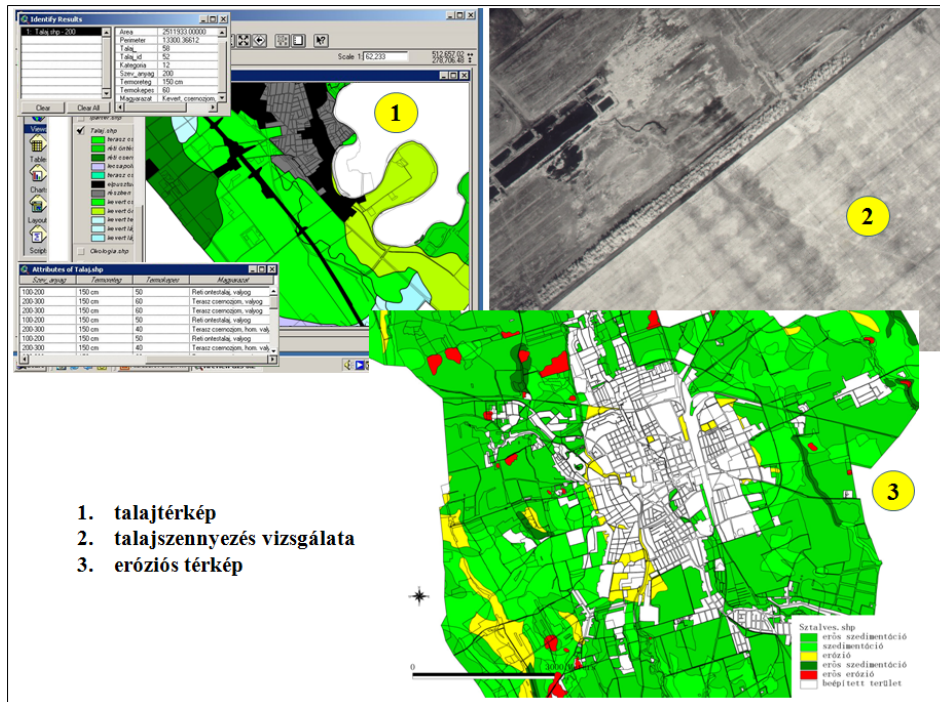
Ugyanilyen fontos kérdés, hogy milyen eszközzel egészítjük ki alaptérképünket (az újabb területi változásokkal kapcsolatban), illetve milyen technológiát alkalmazunk az esetleges környezetvédelmi károk lokalizálásánál. Azt kell mondani, hogy (topográfiai felbontást feltételezve) 1:10000 méretarány esetében elegendő az úgynevezett navigációs GPS

használata, akkor, ha készülékünk rendelkezik az EOV koordináták rögzítési, és a hosszabb mérés eredményeinek átlagolási lehetőségével. A 4. ábra felső sora a terepi mérések manuálóját és a feldolgozott, GIS információs réteget mutatja, az alsó sor pedig egy másik munkaterületen a terepi változások GPS-mérési manuálóját.



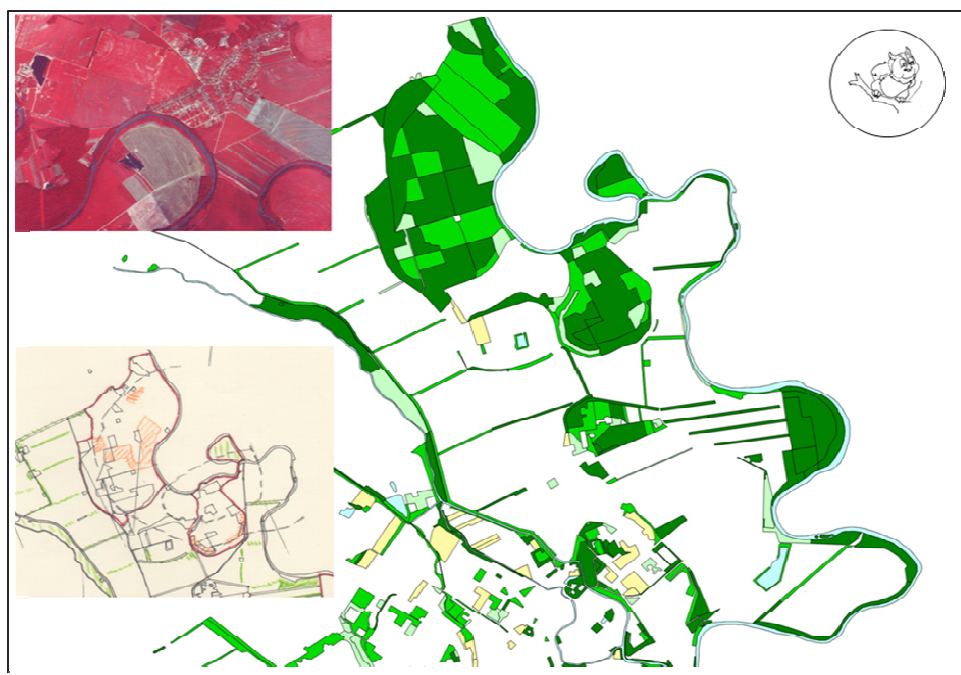
4. ábra (Mosonmagyaróvár, Pécs MBVHRT környezetvédelem)

A második példa a talajvizsgálattal kapcsolatos. Itt mindig két dologra kell figyelni. Az egyik a talajtípusok térinformatikai megjelenítése, a másik a szennyeződések kimutatása, terjedésük vizsgálata. Az előbbi viszonylag egyszerű kérdés. Az ország túlnyomó területéről rendelkezünk talajtérképekkel, amelyek egy 10 kódos rendszerben tartalmazzák a különféle jellemzőket. Gyakorlatilag ezt kell integrálni GIS-be, amivel egy nagyon variálható és lekérdezhető adathalmazt kaphatunk. Amennyiben területünkről hiányosan állnak rendelkezésre ezek az információk, űrfelvételek segítségével (lásd környezet és távérzékelés jegyzet) ezeket gyorsan kiegészíthetjük. Talajszennyeződés vizsgálata esetén a térinformatika lehetőségeit maradéktalanul kihasználni, ugyanis a terjedés erősen függ a domborzattól, a talajtól, talajvíztől. És nyilvánvaló, hogy a szennyező forrásokat is lokalizálni kell (lásd ugyanott). Az 5. ábra összefoglalóan mutatja ezeket a lehetőségeket.



1. talajtérkép
2. talajszennyezés vizsgálata
3. eróziós térkép

5. ábra (Mosonmagyaróvár, Szombathely, környezetvédelem)



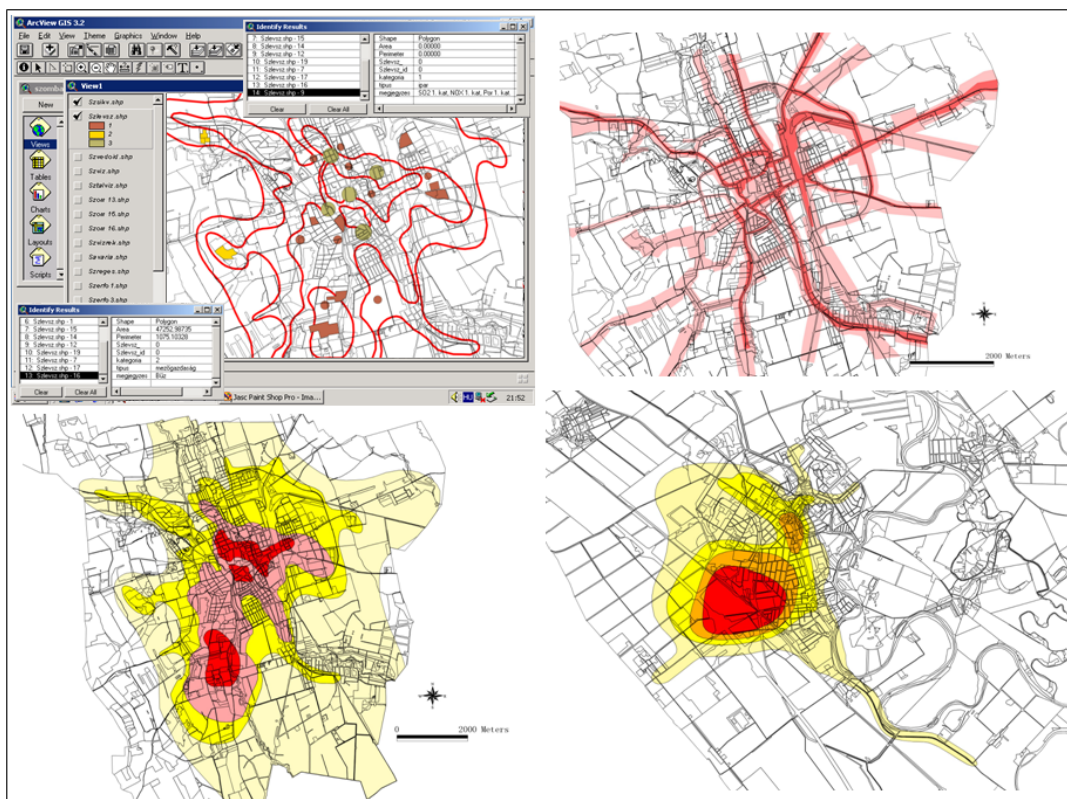
6. ábra (Mosonmagyaróvár, növényzet-vizsgálat)

A növényzeti információk térinformatikai kezelésére áll itt egy példa. A 6. ábra tartalmazza a növényzet-állapotot, a kiinduló légifénykép-részletet és egy terepbejárás manuálét. A növényzet-térképek felhasználását könnyíti meg, ha például a megjelenítésnél relatív kategóriákat alkalmazunk, ugyanúgy, mint a levegő és talajvízvizsgálatnál. Ekkor ugyanis a felhasználó már csak a minősített állapottal szembesül, nem szükséges a kiinduló biológiai,

stb. információkat értelmeznie. Ugyanakkor itt is megjegyzendő, hogy a végleges értékelés nem történhet meg terepbejárás, illetve egyéb forrásokból származó adatok felhasználása nélkül.

A konkrét környezetvédelmi vizsgálatok bemutatásának utolsó példjaként áttekintjük a levegő és zajszennyezés néhány térinformatikai kérdését, mivel itt követhető legjobban az eredendően pontszerű információk térbe (illetve pontosabban síkba) való kiterjesztésének egy egyszerű módszere. Gyakorlatilag ezeknek a környezeti jellemzőknek nagyon pontos és részletes mérési szabályzata van, mely szerint elvégzik a szükséges (monitoring jellegű) méréssorozatokat. Mindezek azonban pontszerű mérések. Ahhoz, hogy egy települési rendszerben „hézagmentesen” lekérdezhetőek legyenek, információtartalmukat ki kell terjeszteni az egész területre, méghozzá úgy, hogy a különböző érték-fokokozatok (szennyezettség értékek) izovonalas rendszerben elemezhetőek, megjeleníthetőek legyenek.

A légszennyezés és a zajszennyezés is gyakorlatilag két fő összetevőből áll. Az egyiket a közlekedés okozza, a másik a hagyományos ipari, működési jellegű. Az utóbbi a mérések, bevallások alapján modellezhető és számítható. A közlekedési értékek meghatározása, ha területi fedést akarunk, bonyolultabb kérdés. Ennek az egyik legjobb módszere a távérzékelésen alapuló forgalomszámlálás, ami mind a légszennyeződési, mind pedig a zajszennyeződés alapvető mennyiségére információkat ad. Ezekből az adatokból aztán számíthatók és térképezhetőek a bizonyos időszakokra vonatkozó átlagértékek, amiket a meteorológiai, topográfiai adatokkal együtt bevonunk egy modellbe. Az eredmény pedig egy szennyezettségi információcsoport (7. ábra). A példán különböző szennyezési adatok felületként való ábrázolását mutatjuk be.



7. ábra (levegő és zajszennyezés, Mosonmagyaróvár, Szombathely)

4. KÖRNYEZETI KATASZTRÓFÁK TÉRINFORMATIKAI VIZSGÁLATA

Az elmúlt időszakokban egyre gyakrabban olvashatunk környezeti katasztrófákról. Ennek az okai többértűek. Részben a környezet folyamatos változásával (felmelegedés, évszakok átrendeződése, stb.) az eddig megszokott természeti környezet megváltozik, és nyilvánvalóan az eddigi „biztonságos”, nagy népsűrűségű térségekben észlelhetők legjobban az ember számára sokszor nagyon súlyos negatív hatások. Másrészt az ember tényleg tehet ezekről a jelenségekről, hiszen a környezet tudatos („fejlődés”) átalakítása, a totális környezetrombolás, a természeti kincsek lerablása párhuzamosan a hulladék-anyagok nagytömegű felhalmozásával saját maga juttatja negatív pályára a természetet. Végül kicsit a média is felelős ezért, hiszen minden negatív jelenség azonnal, esetleg felnagyítva eljut a legtávolabbi vidékekre is. Mindezek miatt a környezetvizsgálatnak (tudományosan) is fel kell készülni ezen jelenségek kutatására, elemzésére. És itt fokozott jelentősége van a térinformatikának, hiszen GIS-ek nélkül el sem igen lehetne képzelni a szerteágazó adatok óriási tömegének rendszerezését, egyáltalán közös „nevezőre” hozását. Ennek a témakörnek két fontos területét, az ember okozta katasztrófhelyzetet és a „természetes” jellegű katasztrófákat mutatjuk be olyan szempontból, hogy a térinformatika hogyan tud segíteni a problémák megoldásában illetve az előrejelzésben.

4.1. A vörösiszap-katasztrófáról (a megjelent publikációk alapján)

A BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszéke az 1979-1985 közötti években általános környezetvizsgálatot folytatott a térségben. A kutatás egyik fontos kiinduló lépése volt az iszapterek telepítését megelőző környezeti állapot felderítése, térképezése. Ezt a műveletet akkor új (ma már archív) légifényképek és terepi mérések segítségével hajtottuk végre. A vizsgálat időpontjában az új (megsérült) tározócella még nem épült ki, így ezen a területen közvetlen felderítéssel lehetett információkat szerezni. Ezeket (pontos térképezés után) összevetve az archív felvételekkel, a következő megállapítást tettük. Az ötvenes évek elején az iszapterek területén egy patak folyt keresztül. Ennek a medre kiterjedt gyakorlatilag az egész medencére, amire rátelepítették a tározókat. A fő meder észak-keleti irányból délnyugati irányba folyt. A vízszabályozás után már a 80-as évek végén észleltünk az akkor épülő tározó mellett a felhagyott patakmeder környékén erős talajvízszint (folyadék)-emelkedést, kiáramlást. Tehát a patakmeder továbbra is fokozott talajvízáramlást produkált, természetesen a medence átlagos talajvíz-áramlási irányában. Ezt akkor jeleztük a megrendelő felé is. A régi légifotók és térképek feldolgozásából az is kitűnik, hogy a mai új tározó körülbelüli átszakadási pontja környékén találkozott két patakág, valamint az első szabályozás nyomvonalára is. Ezt az érdekes egybeesést talán érdemes lenne újból megvizsgálni, hogy csökkenteni lehessen a hasonló esetek bekövetkezésének esélyét.

„Nehéz dolog előre látni a múlt eseményeit”. Ez a mondat arra a paradox helyzetre utal, hogy sokszor a jelenben határozunk dolgokról, jelenségekről, és ezek körülményeit, jellemzőit a múltba vetítjük vissza. És amikor kiderül a múlt egy darabkája, inkább ez utóbbit „változtatjuk”, ahelyett, hogy a dolgokról való elképzelésünket igazítanánk hozzá. Nem mondható, hogy valami hasonló történik most is a vörösiszap-tér szörnyű katasztrófája után, de nem árt, ha megnézzük mi vezetett el idáig, milyen tényezők összegződhetnek, és főleg ezek egymásutánisága milyen idősort jelent. Ugyanis nem csak jogilag nem mindegy, hogy a katasztrófát milyen természeti vagy emberi behatások előzték meg, és főleg az nem mindegy, hogy ezek milyen sorrendben következtek be. Ennek a problémának a megoldásában az egyik

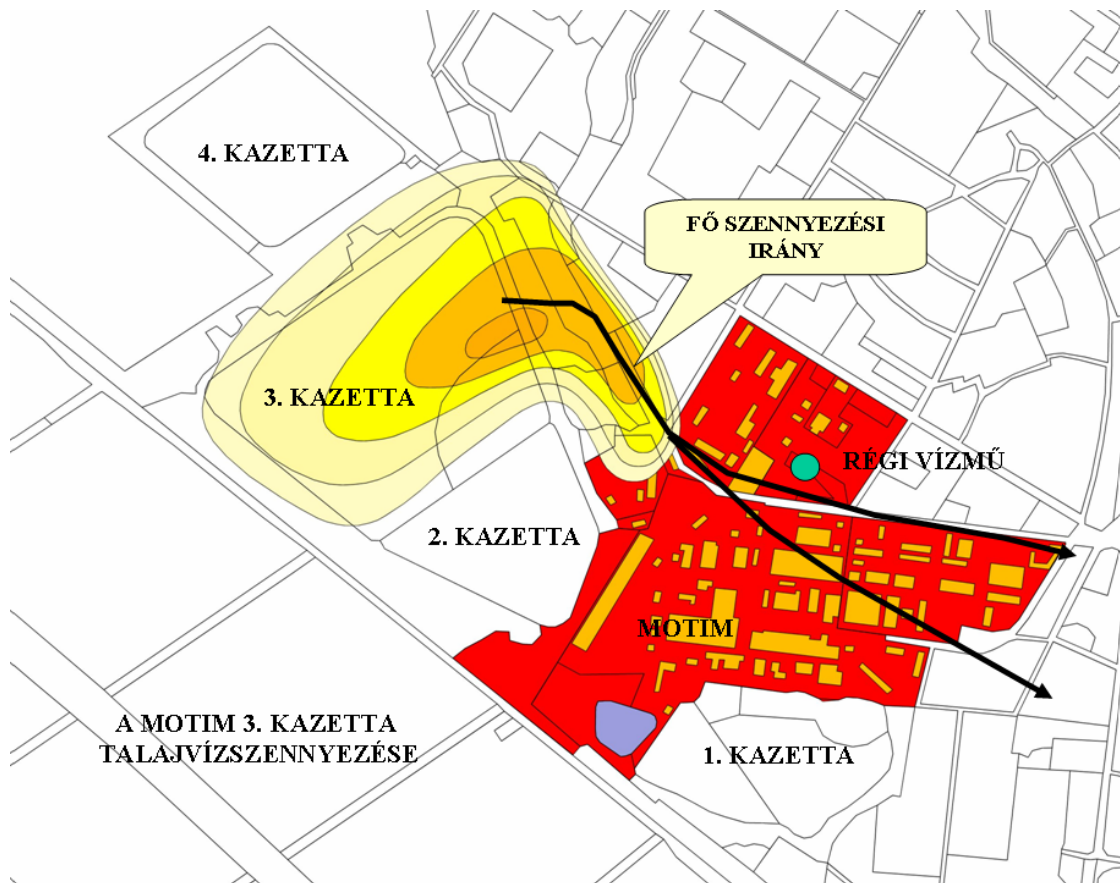
legfontosabb segítség a távérzékelésen alapuló környezetvizsgálat (vagy, ha teljes egészében a műltra vonatkozik, a környezetrekonstrukció), és az ezzel együtt kezelt térinformatika.

A korábbi munka alapján azt is sikerült megállapítani, hogy a viszonylag egységes Torna-ártérben (ahová az iszapterek települtek) van egy agyagos pad, amely nem a medence része. Ráadásul e mellett egy mélyfekvésű, erősen vizenyős rét található. Ezen kívül megállapításra került a régi patakmedrek vonala, ezek talajvizet befolyásoló hatása, és a már akkor is kimutatható talajszennyeződés (ami most természetes okok miatt háttérbe szorult). NÉHÁNY ÉV MÚLVA már látszottak a 10. tározó előkészítő munkái, közvetlenül értelmezhetően pedig az északi falánál végzett nagyobb arányú földmunkák. Sajnálatosan később ide települt a 10. kazetta. Lehetőség volt a 9. tározó feltöltés közbeni környezetvizsgálatra is, ami főként a növényzetkárosodás mértékére irányult, de újabb információkat kaptunk a talajvíz hatásairól is. KÖZBEN az egész környezetvizsgálat oktatási anyagba is bekerült, visszavezetve a történéseket egészen az 1900-as évek elejéig, hiszen itt a "fő csapásirány" a távérzékelte anyagok felhasználása az idő kutatására. Az egész mocsaras terület „negatív” felhasználása talán ekkor, a vasút megépítésével kezdődött, ami újabb lefolyástalan területeket hozott létre. MOST ezek alapján sikerült a mai, megvalósult állapotot együttesen kiértékelni a múlt környezetével, ami a már ismert következtetések levonását támogatja. Amire MOST figyelemmel kellett (kellett volna) lenni:

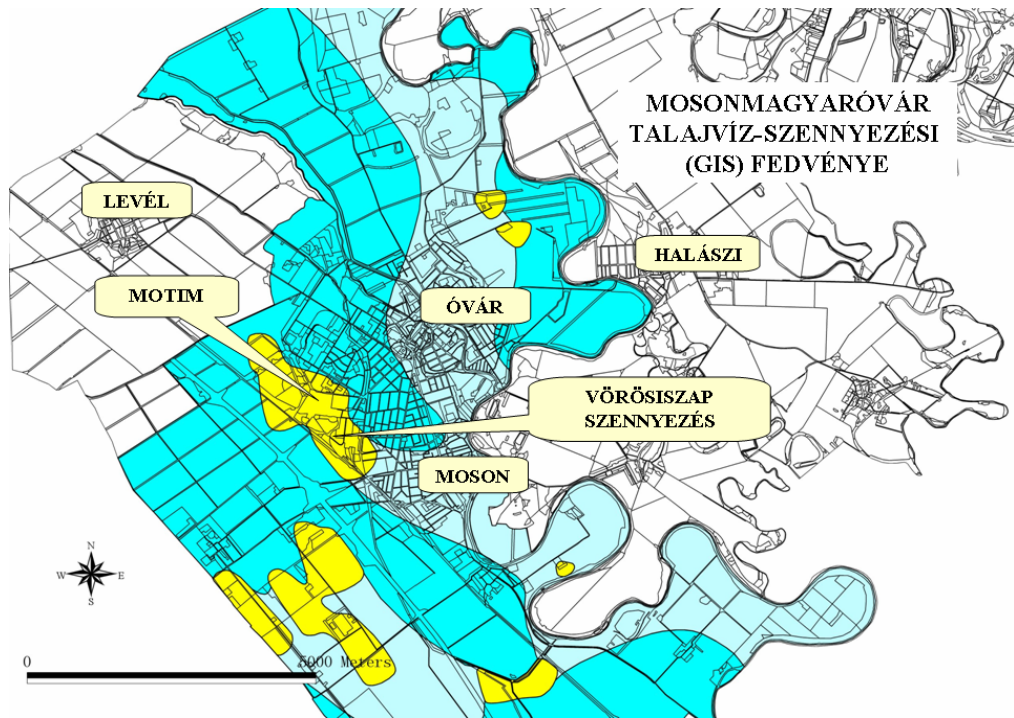
1. A felszín mozgása. Mozgásvizsgálatot kellett volna végezni a széttört gát környezetében, hiszen a vízzel telített talaj esetleges szélső állapotából előbb-utóbb helyreáll. Ez a mozgás esetleg utalhat a változást előidéző korábbi erők irányára is (ami fontos lehet a konkrét okok vizsgálatánál).
2. Beavatkozás a vízrendszerbe. Meg kellett vizsgálni, milyen okok játszhattak még közvetlenül szerepet abban, hogy a talajban lévő víz olyan mértékben feldúsult, hogy „előkészítette” a katasztrófát. Ide tartozik még a katasztrófát közvetlenül kiváltó esemény tisztázása is.
3. A gátrendszer stabilitása. Mivel a 9. kazetta a teljes feltöltését úgy végezték, hogy egy rendszerben működött a most megsemmisült 10. kazettával, az eléggé instabil talajviszonyok miatt célszerű lenne a támaszték nélkül maradt 9. tározó esetleges mozgását vizsgálni, jórészt a környező talajra koncentrálva.
4. A talaj (talajvíz) szennyezés. Már a 80-as években viszonylag nagy volt a 7-es és 8-as kazetta talajszennyezése. A legnagyobb gondot az okozza, hogy akkor nehéz volt horizontálisan összefüggéseket keresni a mért adatok között, ami felvetheti a függőleges szennyeződés-terjedés lehetőségét is.

A híradásokban sokat hallottunk arról, hogy az iszaplavina (gyakorlatilag iszappal kevert lúg) mekkora területeket érintett, milyen pusztítást okozott. Azonban arról kevesebb szó esik, hogy ez a szennyezés, ha nem is látványosan, de évtizedek óta jelen van minden iszaptározó környékén. Ugyanis ezekből a tározókból mind közvetlenül a gátak külső oldalánál nyíltan, mind a medencékből közvetlenül a talajba, talajvízbe (nem látványosan) folyamatosan áramlik a szennyezett anyag, valószínűleg a vörösiszapból a nyomás hatására végleg kipréselődő lúgos kémhatású folyadék. Hogy ezek a mozgások létrejöhetnek, annak a közvetlen oka az évtizedekkel ezelőtt (a negyvenes évektől) használatos építési technológia, ami agyagtömítést, később kombinálva fóliázással írt elő a medencék szigeteléséhez. Ez a szigetelés a feltöltés miatti egyenetlen erőhatások miatt eltörhet, átengedheti a folyadékot, mint ezt a következő ábrákon bemutatjuk. Hozzá kell tenni, hogy a kolontári (Ajka 10) tározó tönkremenetelének közvetlen kiváltó okai között nagyon lehetséges a medence északi fala

alatti részben agyagpad, részben vizenyős réti talajok alkotta felszín, ami miatt vagy a megváltozott terhelési körülmények, vagy egyéb hatásokra a gát eltört. Néhány konkrét eredmény az elmúlt időszakból. A 8. ábrán a Mosonmagyaróvári Timföldgyár 3. tározó talajvizet érintő kiáramlási térképe látható, amelyen a felmelegedett talajvíz adatait szerkesztettük ki a talajvízkutak mérései és felszíni infravörös felderítés alapján. A 9. ábra pedig a szennyezés talajvízben elfoglalt helyzetét mutatja 2000. év körül. A 10. ábra az ajkai VIII. medence terepfelszínén is látható szennyeződése a 80-as évek első felében.



8. ábra (Mosonmagyaróvár, iszaptér)



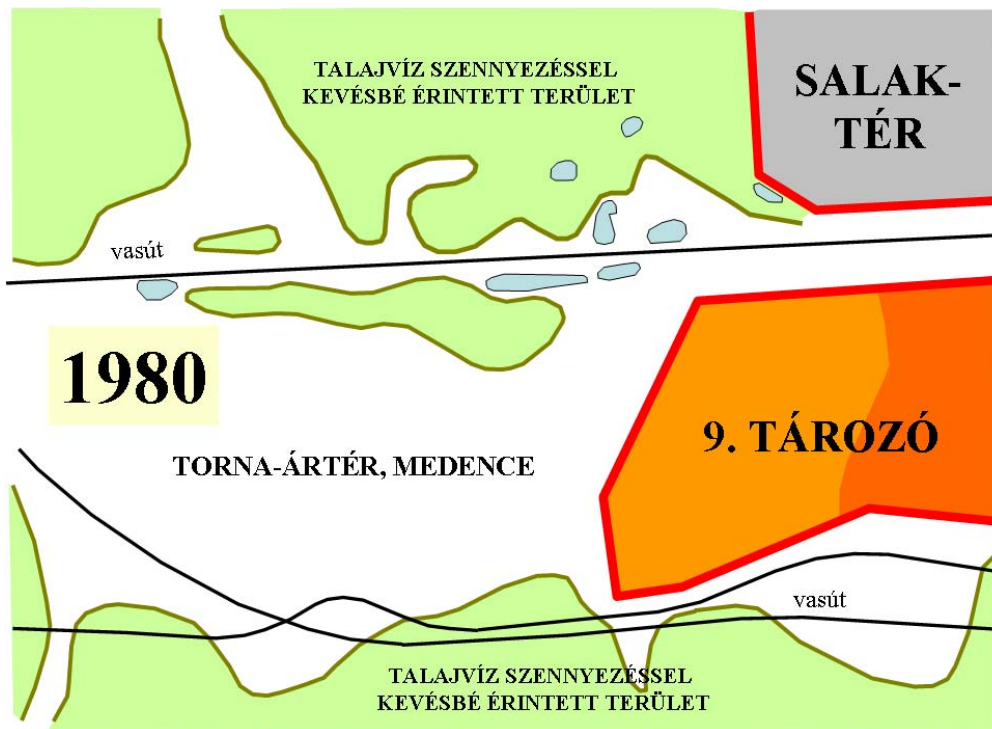
9. ábra (Mosonmagyaróvár, talajvíz állapot)



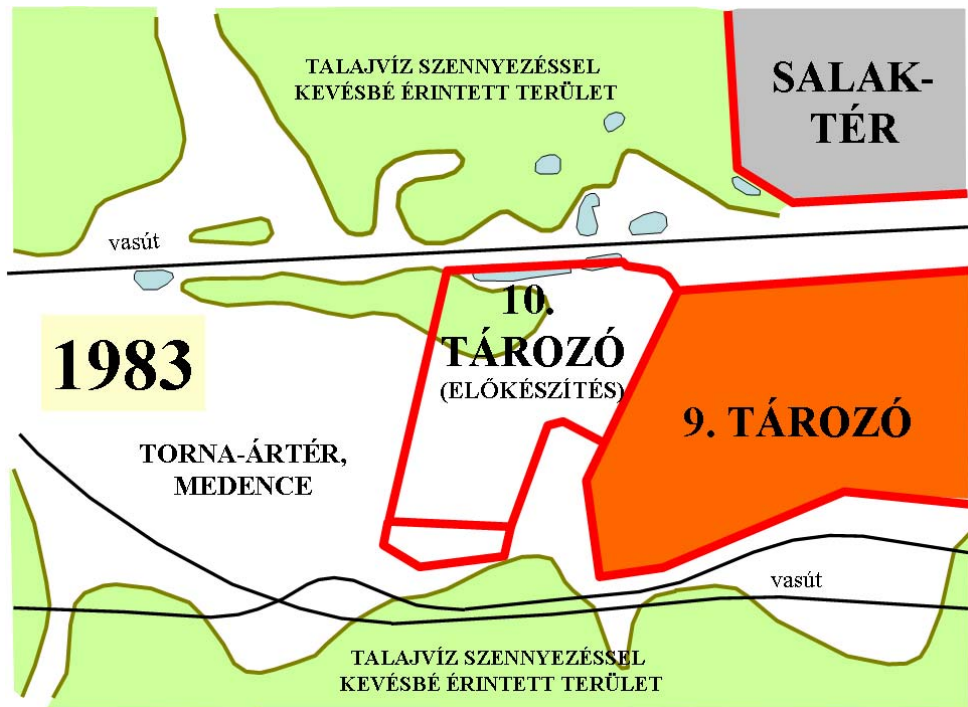
10. ábra (Ajka, VIII. kazetta)

A továbbiakban a felállított térinformatikai adatbázis segítségével röviden felvázoljuk az eseményeket. A munkához természetesen a már többször említett környezetrekonstrukciós feladatot hajtottuk végre, azzal a könnyebbséggel, hogy eredetileg a 80-as évek elején még tudtunk terepbejárást is végezni. Az ajkai vörösiszapterek első átfogó vizsgálata 1979-80 között volt, ami további részjelentésekkel egészült ki 1984-85-ig. Ily módon képet kaptunk a terület fejlődéséről, a környezet változásáról, a már akkor fellépő károsodások mértékéről, terjedési irányáról. Az alábbiakban a kutatás néhány ide vonatkozó részéről készült ábrán (kírágadva az egészből) lehet a fejleményeket figyelemmel kíséreni. A kivágot a Torna patak medencéjének aktuális részét ábrázolja.

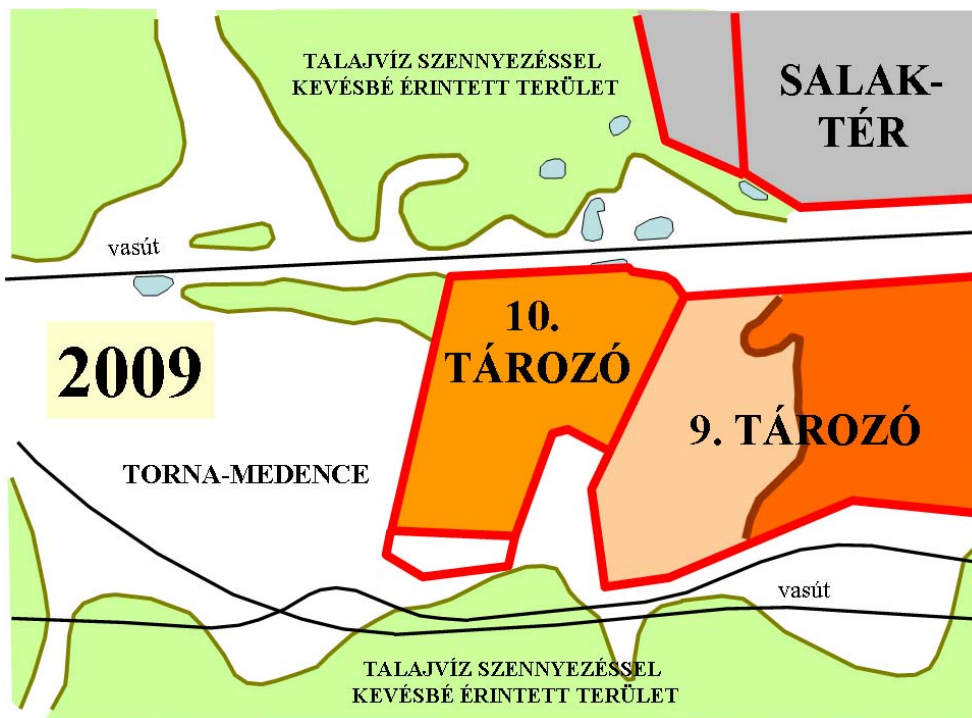
A 11. ábra az 1980-as állapotot ábrázolja, amikor még nem építették a X. kazettát, és a IX. kazetta feltöltését már elkezdték. A következő képen az 1983-as környezet látszik, a X. tározót éppen előkészítik az építésre. Megfigyelhető a sokat emlegetett (halványzöld színű) agyagos pad, illetve a mély, vizenyős területek. A 13. ábrán a tározót feltöltés közben láthatjuk, ahogy kinézett a katasztrófa előtt. Végül az ide tartozó utolsó ábra a kiömlött savas zagy kiterjedését mutatja a tározó környezetében.



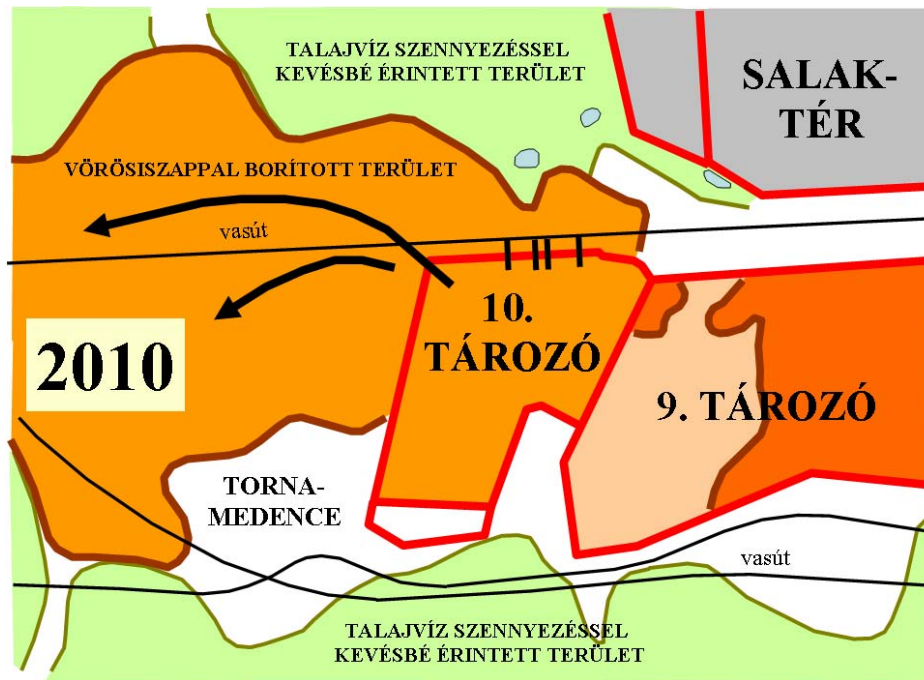
11. ábra



12. ábra



13. ábra



14. ábra

Nyilvánvalóan egy természeti-emberi katasztrófánál többször felteszik a kérdést, hogy vajon ki lehet a felelős. Mivel Kolontárnál sajnálatos módon emberek is áldozatul estek, ezért az egész társadalom e témában rögtön kialakította álláspontját. Ez teljes mértékben elítélő álláspont, és az ezzel kapcsolatos, a médiában teret kapó vélemények is (joggal) jórészt ezt támasztják alá. Ez természetes, hiszen egy eddig még nem tapasztalt súlyos esemény történt, amit korábban csak úgynevezett katasztrófafilmekben, vagy távoli országokról szóló tudósításokban láhattunk az utóbbi évtizedekben.

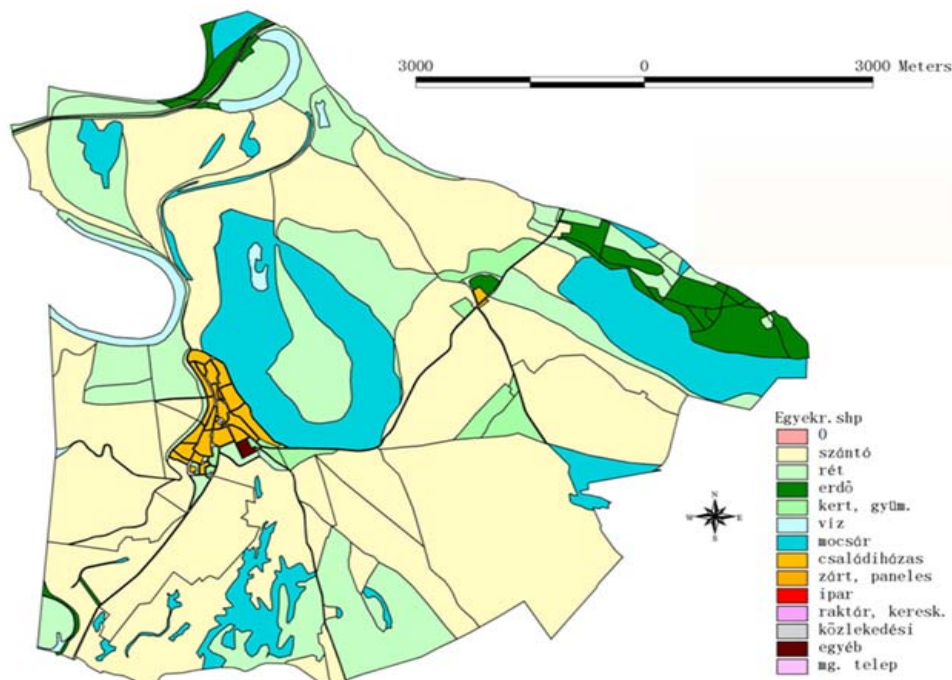
Ennek ellenére, első hallásra talán megbotránkoztatón fel lehetne tenni az újabb kérdést: Hol, milyen téren? És ez nem rossz vicc, vagy tudatlanság. Ugyanis a jelenlegi közbeszéd egy nagy kalap alá veszi az eseményeket (érthetően), és ezek után a felelősség kérdését is. Aztán ilyen alapon megtörténik a különböző, általában egy-egy részkérdésre vonatkozó vélemények, szakvélemények beskatulyázása. Mégpedig vagy az „elítélő”, vagy a „védő” táborba, ami teljességgel lehetetlen helyzetbe hozhat embereket, és általában nem is igaz. A korábbi kutatások és rekonstrukció alapján véleményünk szerint két alapvető részre kellene bontani az események vizsgálatát az ezzel foglalkozó szakértőknek. Először meg kell vizsgálni, mi az alapvető oka a katasztrófának, tehát az miért ott következett be, ahol. Ennek aztán lehetnek természeti, emberi összetevői. De a másik megközelítés is fontos. A „miért ott” kérdés mellé kell még egy másik, mégpedig az „ott miért”kérdést is. Ez azt jelenti (nem nyelvtani lelemény), hogy az alapvető okok mellett azt külön meg kell vizsgálni, hogy a bekövetkezett katasztrófa miért most történt (szintén természeti és emberi nézőpontból).

Továbbá, ami nagyon fontos dolog, és ez megint egy, akár utólagos újabb vizsgálati (másodszori) szempont, a gátszakadás miért okozta 10 ember halálát. Sajnos ezt így még tudomásom szerint nem vizsgálták, pedig a gátszakadásnak az emberhalál folyamánya, nem pedig „természetes” okozata. Meglepő, de ha kicsit távolabbra megyünk az időben a rekonstrukcióval, az 1900-as évek elejéig beépített területen egyik településen sem történt jelentős előntés. Ennek pedig az általános település-fejlesztési gyakorlatra nagyon nagy hatása lehet.

4.2. Az árvizek és a belvíz vizsgálatának kérdései

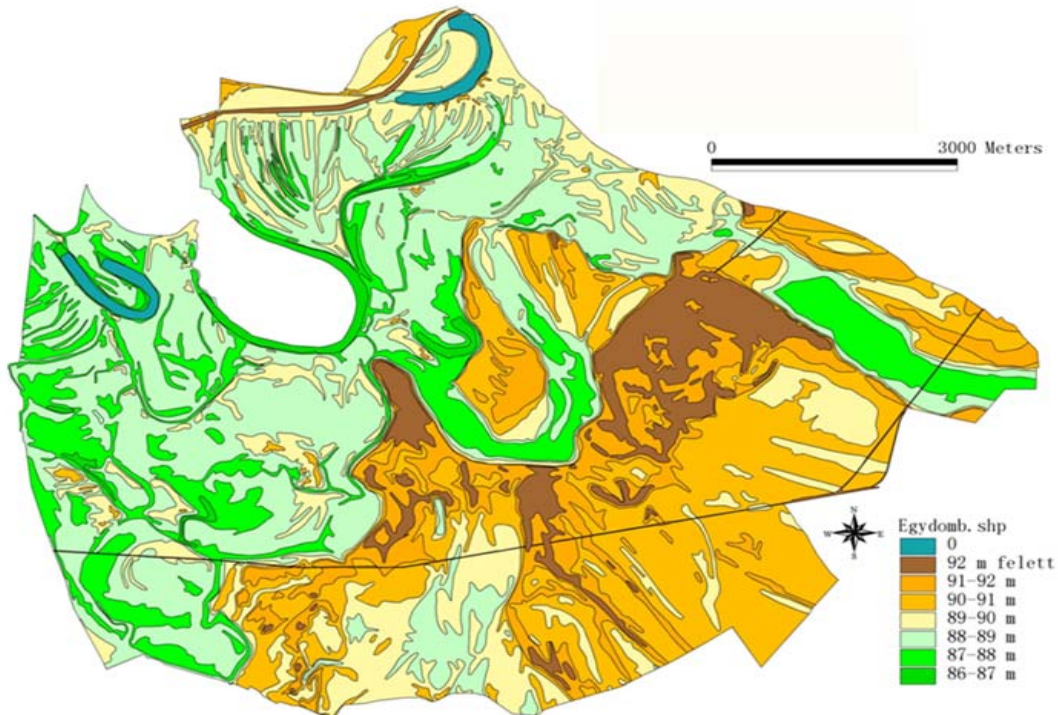
Napjainkban, amikor környezetünkben egyre több negatív (esetleg katasztrófa-szerű) környezeti jelenséget tapasztalunk, el kell gondolkodni azon, hogy miként védekezzünk ellenük, hogyan lépünk fel, mit csináljunk, sőt, hogyan kezeljük őket pszichológiailag. Ez utóbbival részletesen nem kívánok foglalkozni, mert teljesen a humán szférába tartozik. Annyit azonban meg kell állapítani, hogy (mint látjuk a továbbiakban) azok a természeti körülmények, amelyek manapság a sok negatív hatást okozzák, ha nem is mindig ilyen sűrűséggel, de a múltban is előfordultak. De a társadalom életkörülményei, a kommunikáció, az élettér annyira megváltozott, hogy a katasztrófa-jelenségek hatása felerősödött, gátolva a nagyüzemi gazdálkodást. Egyébként több is tudásunkra jut belőlük, többet is tudunk róluk. Mindenesetre a negatív hatások ellen tenni kell valamit. A következőkben röviden áttekintjük, hogy mit tehetünk a térinformatikában az árvizekkel és a jelenleg kiemelten legsürgetőbb tennivalóval, a belvíz elleni védelemmel kapcsolatban.

Két kérdést érintünk, az egyik, hogy miért van árvíz és belvíz (talán hosszú távon ez a legfontosabb), a másik, ezek alapján mit lehet tenni. Érdekes dolog elgondolkodni azon, hogy vajon hogyan éltek őseink néhány száz éve az Alföldön. Állandóan árvizek pusztították a településeket és a termést, vagy kisebb népsűrűséggel csak helyi állattenyésztés és halászat folyt ezeken a területeken. A kisméretarányú áttekintő térképek, amelyek átfogóan ábrázolják a szabályozások előtti állapotokat, természetesen ezt sugallják. Mocsár mocsár hátán, a nagyobb folyók árterei teljes egészében árvízjárta területek (logikus vélemény: De rossz volt szegényeknek, de jó nekünk). A történettudomány szerint azonban, még a török háborúk korában is, az Alföld szolgáltatta a gabonatermés zömét, nem beszélve az állattenyésztésről, és mindezekből bőséges exportra is jutott. A két dolog kissé ellentmond egymásnak. Ennek a feloldására bemutatunk egy példát, amelyet környezet-rekonstrukciós módszerekkel készítettünk el.



15. ábra (Egyek 1850)

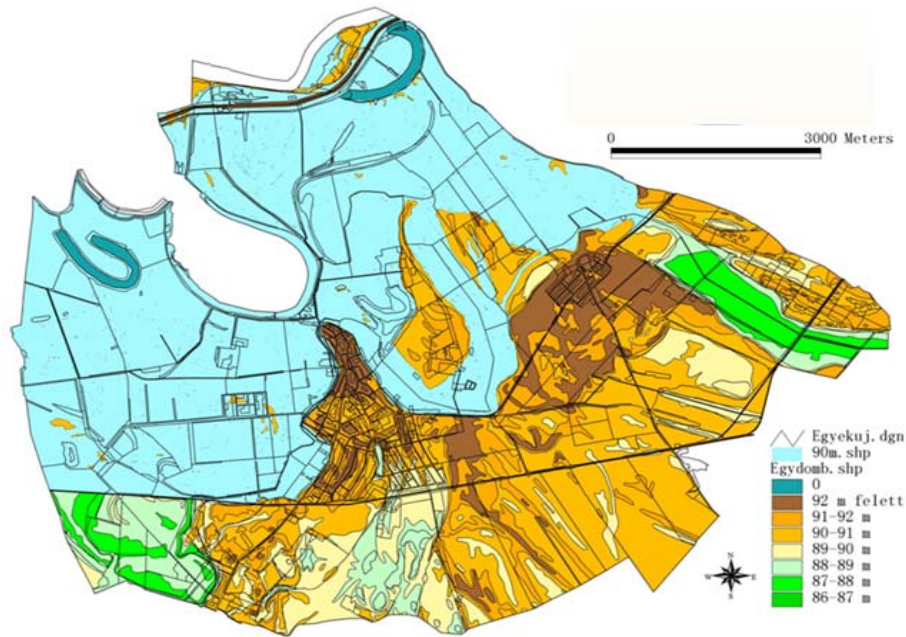
A 15. ábra Egyek község külterületét mutatja a Tisza szabályozása előtt. Ami feltűnő rajta, hogy meglehetősen sok a szántóterület. Természetesen megtalálhatók a rétek, legelők és a mocsarak is. De hogyan lehetséges ekkora szántófelület közvetlenül a folyó mellett? Hiszen évente legalább kétszer jön az árvíz, ami mindent elmos. Vagy mégsem? Tanulságos megfigyelni a terület topográfiai modelljét a következő, 16. ábrán.



16. ábra (Egyek, domborzatmodell)

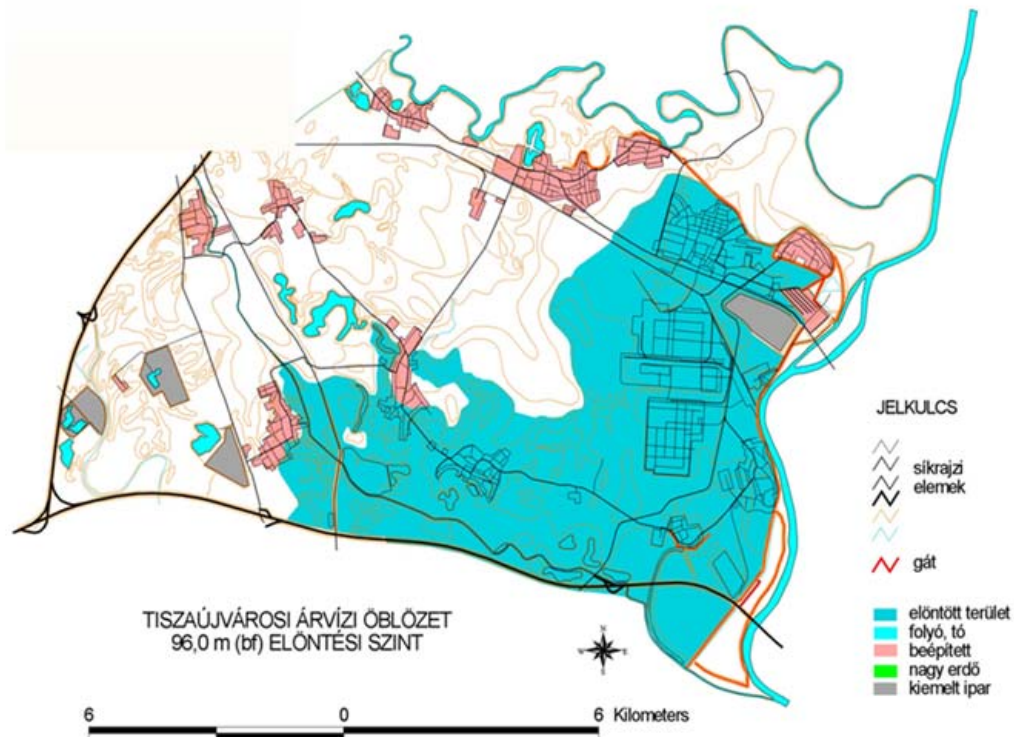
Maga a település egy a környezeténél néhány méterrel magasabb „dombon” fekszik, a szántóföldek is a mélyebb térségek fölé emelkednek. A mocsarak elhelyezkedése pedig szigorúan követi a legmélyebb szintvonalak által határolt részeket. Önmagában ez már egy átgondolt földhasznosítást jelent, de mi van az árvízzel. Ezzel kapcsolatban kimondhatjuk, hogy (szakemberek által kiszámítva) az akkori árvizek szintje jóval alacsonyabb volt mint a mai (azt is figyelembe véve, hogy esetleg megnőtt a csapadék mennyisége). Egy példa az akkori átlagos elárasztásra (17. ábra).

A rekonstrukciós képen egy a tengerszinttől számítva 90 méteres árvíz hatását ábrázoltuk. Megjegyzendő, hogy a felhasznált domborzat-modell tartalmazza a mai vasútvonalak módosító hatását is (kimaradó sötétzöld felületek). A topográfia alapján, ahogy várható volt, a falu és egyéb jelentős területek mentesek maradtak a víztől. De mi van az elöntött területtel? Ezt olyan módon hasznosították, hogy szabályozták a víz visszaáramlását a mederbe (fokgazdálkodás), a halakat lehalászták, a réteket nedvesen tartották az állatok számára. És mindezt különösebb technikai beavatkozás nélkül, ha eltekintünk a fok-rendszer kialakításához szükséges több száz éves terepismeretre. Ez a módszer természetes úton mindjárt megoldotta a belvíz kérdését is. Egyébként a 17. ábra fedvényként a mai síkrajzot is tartalmazza, amin látszik, hogy a település igazából nem terjedt ki jelentősen a korábbihoz képest a veszélyeztetett területen.



17. ábra (Egyek, mai síkrajz és elársztás)

Nézzük, hogy ezzel az idilli helyzettel szemben ma mit tapasztalunk. A XIX. század első felétől kezdve az egyébként szükséges gazdasági fejlődés kiváltotta a folyószabályozás máig ható műveletsorát. Már Petőfi is megírta röviddel a kezdet után: „...zúgva, bögve törte át a gátat...”. Mióta gát van, a védekezést folyamatosan szervezni kell, meg kell óvni, és egyre nagyobb erővel a környezetünket.



18. ábra (elöntésvizsgálat)

Természetesen, a gazdálkodóknak egyszerűbb az „árvízmentes” tevékenység, ráadásul a nagyüzemi, nagy összefüggő táblákkal operáló mezőgazdaság meg is követeli a védelmet, ráadásul (ami gond) a vízrendezést, korábban a vizenyős területek lecsapolását, művelésbe vételét. Ugyanis amennyiben valóban katasztrófa történne, tényleg hatalmas területek kerülnének víz alá (18. ábra).

Felmerül a kérdés ezek után, hogy mi a probléma a jelenben ezekkel kapcsolatban. Két dologra kell felhívni a figyelmet. Az árvizek abszolút nagysága (víztömeg, magasság) változott-e az utóbbi évtizedekben, illetve maga a környezet megváltozott-e. Mert az nyilvánvaló mindenki számára, hogy valami megváltozott. Úgy tűnik, az első dologra könnyebb választ adni. Kimutatható, hogy az utóbbi időben gyakoribbá váltak a szélsőségesen rövid idő alatt lehulló nagy esők. Ez a folyók ártereit összeszorító gátrendszer miatt természetesen magasabb árhullámokat okoz. Azonban ez még nem lenne elegendő a tendenciájában is egyre nagyobb árvízveszély folyamatos kialakulásához. Van egy olyan összetevő, ami hosszabb távon lehetetlenné teszi az eddigi módszerek használatát. Ez pedig az, hogy az árterek a folyók által hozott hordalék lerakóhelyei lettek (korábban sokkal nagyobb területeket érintett az egyébként hasznos hordalék-lerakás). Így eljutottunk oda, hogy néhol az ártér topográfiai mérhető módon 1-2 méterrel is magasabban fekszik, mint a mentett oldal. Ez már néhol a régebbi térképek és a mai topográfiai térképek összehasonlításával is észlelhető. Ez a jelenség részben oda vezet, hogy a gátakat folyamatosan emelni kellene (ami nem lehetséges), esetleg szükség-tározókat kialakítani (mint azt már elkezdték), részben pedig erősen befolyásolja másik témánkat, a belvízhelyzet megoldását is.

Most úgy tűnik, az árvizek pusztításának megakadályozása két módon lehetséges. Az egyik, a valószínűbb, a topográfiai viszonyoknak megfelelő (természetes víz be- és kivezetés lehetősége) tározók létesítése, amelyek árvízmentes időszakokban rét és legelőgazdálkodásra adnak lehetőséget. Felmerül ezzel kapcsolatban sajnos az is, hogy hosszútávon ezek a tározók (korlátozott méretüknél fogva) is feliszapolódhatnak. A másik megoldás, ami gyakorlatilag ilyen gazdasági, társadalmi felépítés mellett nem kivitelezhető, a gátrendszer teljes átalakítása, a természetes domborzat kihasználása gátak helyett (fok-gazdálkodás), a településeknek, fontos körzeteknek pedig gáttal való védelmével.

Térjünk át a másik égető problémára, a belvízhelyzetre. A fentiekben már érintettük a kérdést, megemlítve, hogy a kora-középkor óta alkalmazott fok-gazdálkodás a belvizek kezelését (hasznosítását) és elvezetését jórészt megoldotta. Ahol folyamatosan magas talajvíz volt, vagy lefolyástalan terület, ott általában mocsaras-vizenyős egységeket hagytak. Természetesen az egyébként hasznosítani kívánt, vagy mezőgazdaságilag termelés alá vont területek esetében a kialakuló belvizeket régóta elvezetik, akár nagyobb, sok kilométeres csatornarendszerekkel is. Egyikük másikuk még történelmi fontosságra is szert tett (pl. a Viczay-árok a győri csatában 1809-ben). A lényegük ezeknek a csatornáknak, árkoknak, hogy mindig a topográfiai felszínnek megfelelően vezették őket, a vízelvezés gravitációs úton történt. Tehát akár árvíz volt, akár hosszabb esőzések, a befogadó folyó vízszintjének csökkenésével előbb-utóbb természetes úton lefolyt a víz a folyóba.

Az elmúlt évszázadban a következőképpen változott meg a helyzet. A gátak építésével megszűnt a közvetlen kapcsolat lehetősége az árkok és a befogadó folyók között. Legegyszerűbb esetben ez zsilipekkel oldható meg, de gyakran külön átemelőműveket kell létrehozni (szivornyák, szivattyúk). A lényeg az, hogy a normális működés érdekében ezeket karbantartani, kezelni, fejleszteni kell. A fejlesztés egyik fontos oka a már említett ártéri

változások, amelyek főleg jelentős magasságváltozásokat jelentenek. Ha egyébként az egész rendszer gravitációs elven működik, tehát a csatornákon, árkokon keresztül mindenhol lefolyik a víz, akkor ezzel nagy gond nincs. Az első probléma akkor következik be, ha az árkokat nem tartják karban, esetleg megszüntetik. A víz nem tud olyan intenzíven lefolyni, megjelenik a belvíz. Úgy tűnik, a jelenleg tapasztalható nagyon nagy mennyiségű belvíz egyik oka ez. Ha ezen kívül azt is átgondoljuk, hogy a karbantartás hiánya mellett nagyon sok árkot be is temettek, belátható a fokozott veszély. Ezt a kilátástalannak tűnő helyzetet erősíti, amikor nem eléggé átgondoltan (nem a domborzatnak megfelelően) gyors munkálatokba kezdenek, és ennek eredménye sokszor egyenesen negatív a csatlakozás hiánya, illetve a távolabbi topográfia nem kellő ismeretében.

További, kiegészítő oka lehet a belvízszint emelkedésének, hogy a gátrendszerek ártéri oldalán lévő magasabb talaj nagyobb nyomást fejthet ki, ezáltal a befogadó felé áramló (talaj) víz megáll, visszaduzzad. Továbbá, az egyébként a topográfiai okokból folyók felé áramló felszíni vizek a gátak miatt nem juthatnak be, így nagyobb területeken alakulhatnak ki vízfelületek ezek mentén. Végül soron ezeket a negatív hatásokat segíti elő az a tény, hogy egyre gyakoribbak a nagyobb, nagyintenzitású esők.

Nyilvánvaló, hogy a mezőgazdasági területhasznosítás is közrejátszik a történetek negatív megítélésében. Míg régen, a szabályozások előtt a gyakran belvizes területek felhasználása nem a gabonatermesztésre irányult, a 70-es évektől kezdve minden lehetséges táblát „melioráltak”, és bevontak a nagyüzemi gazdaságba. A régi és újabb topográfiai térképek elemzéséből a folyamatok nyomon követhetők. Ezek a területek aztán természetes adottságuknál fogva, ha kicsit szélsőségesebb hatások érik, lassan „visszaváltoznak” az eredeti környezetükre.

A fentiekből is kitűnik, hogy közepes távon sem mehet így tovább. A belvizek megakadályozására több lehetőség kínálkozik. A „legkézenfekvőbb” megoldás a csatornázás felújítása, új, a megváltozott topográfiai körülményekhez igazodó rendszerrel. Ez sem menne simán, hiszen az utóbbi évtizedekben rendre feltöltötték őket, mivel „nincs már rájuk szükség”. Ennél sokkal nehezebb lenne a visszaállítás a régi hasznosításra. Ez ugyan megoldaná a problémák nagy részét, de teljesen új szemléletet kívánna a természettel kapcsolatban, és valószínűleg gátolná a termelés- és profit-centrikus gazdálkodást. Hasonló jellegű lehet az a megoldás is, mely szerint a jelenleg állandó jelleggel belvizes területek folyamatos mentesítését, szivattyúzását abbahagynánk, és (a véstározókkal együtt fenntartott gátrendszer mellett) meghagynánk őket mocsaras, vizenyős területeknek, rétgazdálkodással, speciális hasznosítással. A döntést azonban nem lehet évtizedekre halogatni.

4.3. Árvízi előrejelzések (fővédvonalak meghatározása) és a térinformatika

Az alábbiakban bemutatjuk, hogy egy térinformatikai rendszer hogyan segítheti az árvízi előrejelzéseket. Az alapeometria meghatározásánál figyelembe kellett venni, hogy a Duna és a Tisza fővédvonalainak meghatározásához a korábbi (1970-es években készült) vízrajzi térképek nem voltak megfelelőek, ezek elavulása miatt. A gátokról, ezek paramétereiről a helyi vízügyi szerveknél, tervező és kivitelező cégeknél pontos adatok állnak ugyan rendelkezésre, de az egész országot átfogó központi adatbázis a bennünket érdeklő információkkal nem készült. Legalábbis nem fellelhető, valamint a vizsgálatokban szereplő 1:50000 méretarányú felbontásban és ilyen térképészeti célokra biztosan nincs. Emiatt az egységes térinformatikai adatbázis elkészítése kiegészült az adatok terepi és úgynevezett távérzékelési módszerekkel történő begyűjtésével.

A térképi alap meghatározása

A meghatározott térképezési méretarány, mint említettük síkrajzi értelemben 1:50000. Már most megjegyezzük, hogy a magassági adat-meghatározás méretaránya ettől lényegesen eltér (a topográfiai térképezéstől eltérően), mivel ez az adat az árvízvédelem esetében geometriailag sokkal érzékenyebb. Tehát az 1:50000 méretarány azt jelenti, hogy az információk terepi pontossága és részletessége megfelel a hasonló méretarányú topográfiai térképrendszer paramétereinek. Ezt azért kell hangsúlyozni, mert a megvalósított térinformatikai adatbázis természetesen alkalmas a nagyobb (akár 1:10000), vagy kisebb léptékű megjelenítésre, de ez nem vonja maga után a pontosság növekedését vagy csökkenését.

A vízrendszerek térképészeti vetülete szintén fontos kérdés, hiszen itt több száz kilométer hosszú vonalak egységes ábrázolásáról van szó. Ekkora térségben két vetület között jelentős, akár több kilométeres eltérések is lehetnek. A kérdés feloldását jelenti a polgári életben meghatározó és kötelező az Egységes Országos Vetületi Rendszer (EOV) használata. Ugyanakkor sajnos nem állnak rendelkezésünkre a választott méretarányban a szükséges térképlapok. Ennek egyik sarkalatos pontja a szelvények ára (több millió forint), továbbá, hiába adunk ki ennyi pénzt, a térképek túlnyomó része geometriailag elavult. Új felmérésre mindenképpen szükség van.

Az előzőek miatt régi, egyéb vetületben készült térképeket dolgoztunk fel, ezek adták a rendszer geometriai keretét. A szelvényeket sarokpontjaik segítségével EOV-be transzformáltuk, ami pontosságát tekintve teljesen kielégítette a követelményeket (az elvárható 10-20 métert). Így megkaptuk azt a már egységes, EOV térképrendszert, amelyet most már terepi mérésekkel és egyéb, a továbbiakban tárgyalt módszerekkel naprakész fővonalai adatokkal láttunk el.

További kérdés volt az elkészült adatbázis tartalma, ami szoros összefüggésben van az alaptérkép jellemzőivel. A felbontóképesség függvényében természetesen alakhűen ábrázoltuk a vízfelületeket, vízfolyásokat. Ezen kívül már generalizálva a főútvonalakat, vasúthálózatot, amelyeknek fontos azonosítási jellegük van. A terepülések esetében csak a lakóterületeket térképeztük, mivel ezeknek általában csak tájékoztatási jelentőségük van. Az ipari és kereskedelmi területeknek ez előbbiekkal való együttes ábrázolása vagy egybefüggő (zavaró) nagy felületeket, vagy kaotikus foltrendszert jelentett volna, ezért ezeket kihagytuk. A vízügyi létesítmények (különböző feladatú gátak, műtárgyak) térképezésével a továbbiakban részletesen foglalkozunk. Tehát az alaptérkép kiválasztása, megszerkesztése olyan alapvető szempontok szerint történt, hogy részben a felhasználó számára ne legyen idegen a szemlélete, valamint a megszokott ábrázolásokhoz hasonló legyen. Továbbá az így létrehozott térképrendszer tartalmazza a további adatfeltöltés lehetőségét is. Még egyszer megjegyzendő, hogy a térképezés méretaránya (és a következő tematikus adatgyűjtés méretaránya) miatt az elkészült anyag nem alkalmas a regionális, helyi vizsgálatok elvégzésére.

A síkrajzi 1:50000 méretaránytól teljesen független a térképrendszer magassági méretaránya. Ha a topográfiai előírásokat vennénk alapul, a terep magassági adatainak megbízhatósága elérné a méteres nagyságrendet, kivéve a megírt, kótált pontokat. Ezért a védvonalak magassági adatainak megbízhatóságát 20-30 centiméterben, a gátak környezetének magassági megbízhatóságát 1 méterben határoztuk meg. Megjegyzendő, hogy a gátak magassága általában folyamatosan, hirtelen ugrások nélkül változik (vannak kivételek), a környező terep magassági viszonyai pedig kis távolságon belül is métereket ugorhatnak. A gátak magassági adatait a balti magassági rendszerben határoztuk meg.

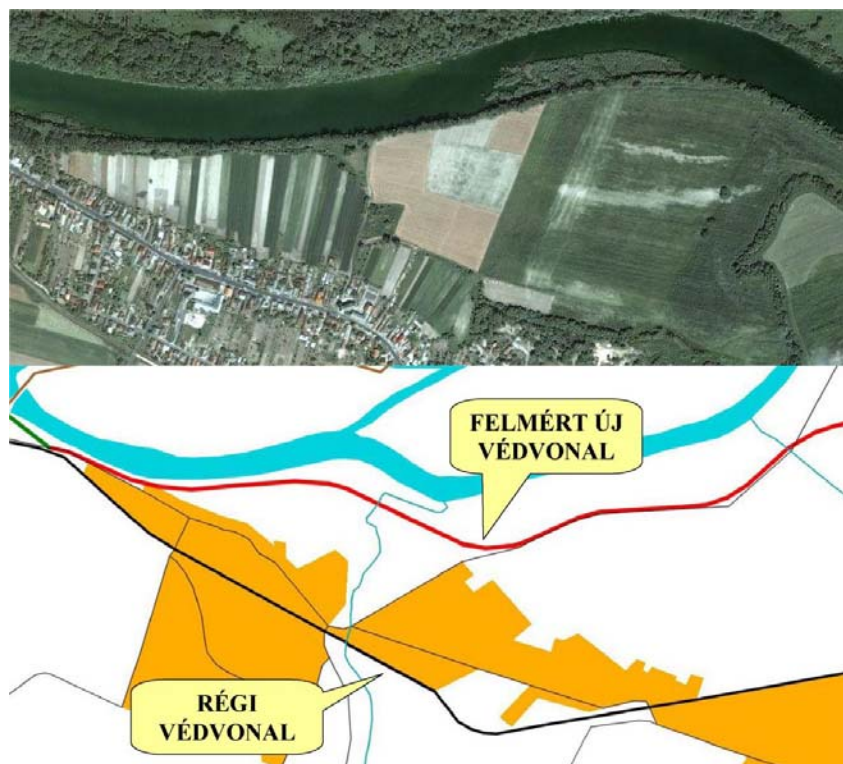
Terepi adatgyűjtés

Az így elkészült alaptérkép-rendszer további munkálatai két irányban történtek. Részben magát a síkrajzot kellett felújítani (úthálózat, autópályák), részben a védvonalakat pontosítani, kiegészíteni, esetleg újra felmérni. Ezzel volt kapcsolatos a gátak magassági adatainak meghatározása. A felmérés és terepi adatgyűjtés három fő alkotóelemből épült fel. Felhasználtunk távérzékelte anyagokat, felmérést hajtottunk végre GPS-sel (műholdas navigáció) és geodéziai műszerekkel, valamint általános terepbejárással (1:50000 méretarányú feldolgozással) pontosítottunk adatokat.

A távérzékelés területén a nagyfelbontású űrfelvételek (Quick Bird) bizonyultak hasznosnak. Áttekintésükkel azonnal ki lehetett szűrni azokat a területeket, ahol a régi (20-30 éves) információk megváltoztak. Ezután elhatároztuk, hogy ezek közül melyek igényelnek terepi mérést, és melyek úgynevezett fotogrammetriai kiértékelést. A vizek, települések és az úthálózat egy részének síkrajzi kiegészítését az űrfelvételek fotogrammetriai feldolgozásával oldottuk meg. Például a Győr melletti vízrendszer teljes átalakítása (új medrek, csatornák) nem szerepelt a térképeken, ezeket az űrfelvételekből értékeltük ki. Hasonló eset fordult elő Esztergom körzetében is. Természetesen maguknak a gátaknak a síkrajzi felmérése itt is terepi adatgyűjtéssel történt. Az űrfelvételeknek nagy haszna volt még a Tisza mellett, ahol többszöri felújításokat azonosítottunk. Ez még a magassági adatok fokozott ellenőrzésére is felhívta a figyelmet.

Az általános terepbejárás fő célja a gátrendszer síkrajzi geometriai ellenőrzése, valamint a vízügyi objektumok azonosítása volt. A meglévő objektumokkal kevés tennivaló akadt, hiszen a méretarányból adódó követelményeknek a pusztán azonosítás is megfelelt, ahol szemlélésre nagyobb geometriai eltérés adódott a régi vízügyi térképektől, azokat mértük be a később említett módszerekkel. Természetesen az új létesítményekkel is hasonló módon jártunk el. A terepbejárás segítségével sikerült néhány olyan változást is felderíteni, amely még a viszonylag új űrfelvételeken sem volt meg. Néhány helyen (például Tát környékén) az elmúlt években történt gátépítés, amit csak a terepen történt gépkocsis szemlélés útján sikerült beazonosítani. Emiatt gyakorlatilag bejártuk az egész rendszer túlnyomó részét. Ilyen szempontból különösen a Tisza melletti úgynevezett vésztározók voltak jelentősek, mert itt majdnem hónapról hónapra változik a helyzet. Főleg ezeken a vonalakon még annak az eldöntése is kérdéseket vetett fel, melyik gát valójában a fő védelmi vonal. Ha a vonalon zsilip épült, úgy vettük, megmaradt a védelmi vonal geometriai szerkezete, ha azonban egy részét teljesen elbontották, akkor áttevődött a mindig magasabb, másik gátszakaszra. Néhány helyen egyébként meg volt jelölve a fő védvonal az egyébként kaotikus gátszerkezetben.

Minden olyan objektumot, gátszakaszt, amelyet sem a régi térképek, sem az űrfelvételek nem ábrázoltak, geodéziai úton bemértünk. A fő védvonal új részeinél mindig ezt a megoldás követtük. A védvonalak, objektumok síkrajzi geodéziai felmérését GPS technológiával hajtottuk végre. Ez legegyszerűbben úgy történt, hogy navigációs készülékkel úgynevezett kódmerést végeztünk, aminek megbízhatósága (műhold-konfigurációtól függően) elérheti a 2-3 métert is, de általában 5-6 méter alatt marad. Ez az eljárás gyors, és kielégíti a térképezés pontossági követelményeit. Az objektumokra vonatkozó egy-egy mérés mellett a mért gátszakaszoknál azokon végigsétálva útvonalmérést hajtottunk végre. Így a méréseket feldolgozva rögtön rendelkezésre állt a gátak helyzete. Ahol lehetséges volt, pl. a fő védvonal közúton haladt, a mérést gépkocsiból oldottuk meg (lásd 19. ábrán).



19. ábra

A felmérés legproblémásabb része a gát koronaszintjeinek megadása. Ehhez begyűjtöttük az összes rendelkezésre álló adatot. Ilyenek voltak a gátak környékén lévő adott magasságú tereppontok, néhol a gátak relatív magassága a tereptől (ez volt a legpontatlanabb), illetve geodéziai szintezési (magassági) pontok. A térképi forrásokból kigyűjtött információk sűrűsége azonban nem volt megfelelő, még a feltételezett folyamatos gátmagasság-változás esetén sem. Így konkrét mérésekkel kellett sok helyen meghatározni a koronamagasságokat, illetve sok helyen ellenőrizni kellett ezeket, mivel a terepmagasságokból számított és az esetleg megírt méretek erősen (olykor méter nagyságrendben is) eltértek egymástól.

A méréseket két módszerrel végeztük el. Az egyik a legáltalánosabban ismert geodéziai magasságmeghatározásokat jelentette. Kis relatív magasságkülönbségek esetén az ismert pontokról szintezési vonalat vezettünk a gátkoronáig, vagy nagyobb magasságkülönbség, illetve nagyobb vízszintes távolság esetén mérőállomással trigonometrikus magasságmérést hajtottunk végre. A másik módszer az expedíciós jellegű, lézertáv mérőt alkalmazó eljárás. Ez gyors, pontos, de nagyobb vízszintes távolságok esetén nem alkalmazható. Ekkor az ismert tereppontokról távmérővel meghatároztuk a gát részsíjének ferde távolságát, a függőleges relatív magasságot, és gyors számítással kaptuk a koronaszint abszolút magasságát.

A térinformatikai adatbázis kritériumai és felépítése

A következő lépés a felmért, térképezett adatok térinformatikai rendszerbe való integrálása. Ha figyelembe vesszük a bővíthetőség, megjelenítési mobilitás és elemzés követelményeit, ezt az utat kell választanunk. Az adatgyűjtés, térképkészítés folyamatát áttekintve mondhatjuk, hogy a vízügyi területek kérdéseinek, problémáinak vizsgálata, az eredmények integrálása nagyon sok kiindulási információt kíván, illetve általában sok információ áll rendelkezésre. Ezeknek az adatoknak egységes rendszerben történő feldolgozása adja kezünkbe azt a lehetőséget, hogy komplex összehasonlító vizsgálatokat is el tudjuk végezni,

illetve, mint feladatunk esetében áttekinthető, változtatható és bővíthető mobil adatbázist hoztunk létre. Ennek az egységes (elsősorban geometriai) feldolgozásnak az eszköze a térinformatika. A térinformatika a geometriai, fizikai, tartalmi információk olyan egységes rendszerű kezelése, amely lehetővé teszi a benne található adatok rendszerezését, kezelését és lekérdezését, elemzését. Egy térinformatikai rendszer alapja a térkép (nálunk 1:50000 méretarányú), ami meghatároz minden geometriai kapcsolatot.

Maga az adatbázis az úgynevezett objektum-orientált rendszerek elve szerint lett felépítve. Ez azt jelenti, hogy meghatározott (vízügyi) objektum-típusok szerint szerveződnek az információk, így könnyebb velük elemzéseket, összehasonlításokat végezni. Továbbá, ami esetünkben fontos, nagyon könnyű a térképi megjelenítés, jelkulcsolás, szelvényezés, méretarány választás.

Az objektum-típusokat több csoportba soroltuk a megbízás értelmében és céljából. Az úgynevezett poligon jellegű adatok két típusba kerültek, az egyik (a fontosabb) az ebben a méretarányban felületként jellemezhető vizek (folyók, tavak), a másik a kiegészítő jellegű lakott területek. A térképezés szempontjából ezek úgy viselkednek, hogy jelkulcstól függetlenül méretarány szerint változtatják méretüket.
















Az adatbázis legtöbb objektuma vonal-jellegű. Ilyen a patak, az út- és vasúthálózat, az országhatár és a hidak. Ezek szerves részét képezik a rendszernek, de inkább térképészeti, tájékoztató, orientáló hatásuk van. A legfontosabb vonalas elemek a gátak. Ezen belül is két típust különböztettünk meg, a fő védvonalit és az egyéb (nyári, lokalizációs) gátakat. Ez természetesen a későbbi osztályozás, jelkulcsolás miatt fontos. Ezekhez kapcsolódik még a magas-partok objektum-típusa, amely része a védvonalaknak, de nem gát jellegű.

Végül pontszerű objektumtípusok a különböző vízügyi létesítmények, a gátórházak, szivattyútelepek, vízmércék és zsilipek. Felhasználásuk szerint, mivel pontszerűek, jól térképezhetők bármilyen méretarányban. A felsorolt objektum-típusokhoz nem kapcsolunk táblázatot, mivel a megbízás nem tette szükségessé, de természetesen ezeket kapcsolva nagyon sok információ kérdezhető le, hasonlítható össze.

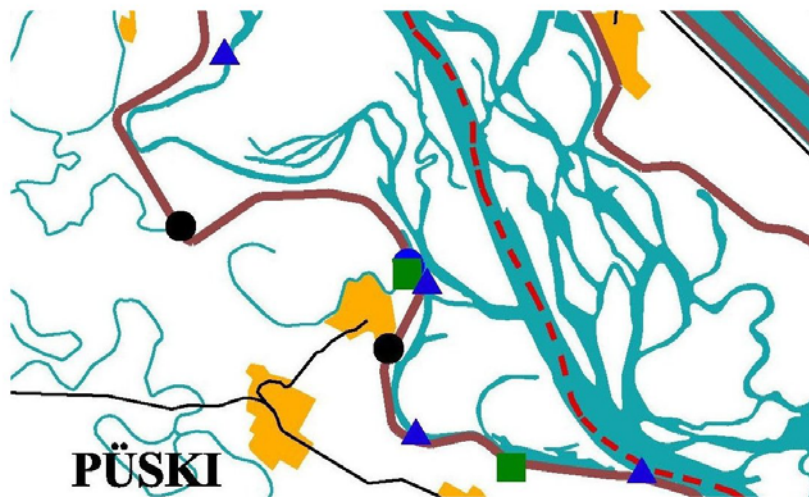
A térképszelvények, a hossz-szelvények és a táblázatok elkészítése

A rendelkezésre álló GIS-adatbázisból elkészítettük a végleges térképeket. Kiindulásként a meghatározott objektum-típusok szerinti jelkulcsokat hoztuk létre (lásd 20. ábra).

ÁRVÍZVÉDELMI VONALAK TÉRKÉPE JELKULCS
(A TELJES DUNA ÉS TISZA 1:100000 MÉRETARÁNYÚ SZELVÉNYEIHEZ)

 BEÉPÍTETT TERÜLET (LAKÓTERÜLETEK)	 ZSILIEK	 FŐ VÉDVONALI GÁTAK
 FOLYÓK, PATAKOK, TAVAK	 FŐUTAK, JELENTŐSEBB UTAK	 NYÁRIGÁTAK, LOKALIZÁCIÓS TÖLTÉSEK
 VÍZMÉRCÉK	 VASÚTVONALAK	 MAGASPARTOK
 SZIVATTYÚ-TELEPEK	 AUTÓPÁLYÁK	 HIDAK
 GÁTÓRHÁZAK	 ORSZÁGHATÁROK	 ÉSZAKJEL

A SZELVÉNYEZÉS ÉS A FOLYAM-KILOMÉTER SZÁMLÁLÁSA A DÉLI HATÁRSZÉLTŐL TÖRTÉNT.
A TÉRKÉPEK KORÁBBI, 1:50000 MÉRETARÁNYÚ TÉRKÉPEKBŐL, TEREPI KIEGÉSZÍTÉSSEL ÉS GPS MÉRÉSEKKEL KÉSZÜLTEK



20. ábra

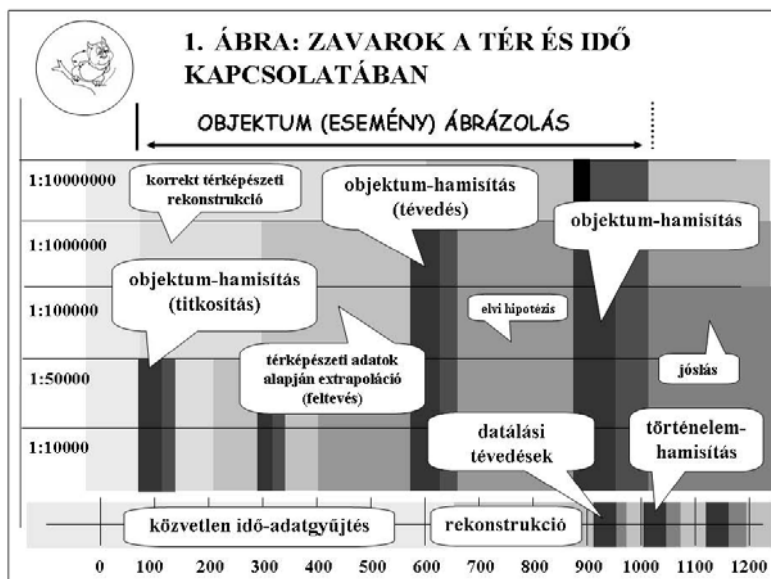
A jelkulcs célja, hogy a térképen, a kiválasztott méretarányban áttekinthető, használható és tetszetős információk legyenek, és ezt a felhasználó értelmezni is tudja. A térképezést A3 méretű, 1:100000 méretarányúnak megfelelően végeztük el, természetesen digitálisan, hogy a továbbiakban akár pdf-formátumban, akár képként, akár kinyomtatva lehessen felhasználni. Ezeknek a kritériumoknak megfelelően szelvényeztük a térképlapokat, ezek az áttekinthetőség miatt kis átfedéssel készültek. Tájéolásuk mindig északi. A szelvényeken a jelkulcsolt térképi tartalom mellett megírások is szerepelnek. Megjelenik a folyó neve, a szelvénytípus, a méretarány (kiegészítve egy léptékkel), északjel. Feliratoztuk a folyók közelében elhelyezkedő településeket a nevükkel. Természetesen, mivel a szelvények adatbázisból vannak leválogatva, előállítható bármilyen konfiguráció és területi lefedés. Ekkor azonban a feliratozást értelemszerűen át kell szerkeszteni (lásd 21. ábra).

5. A TÉR ÉS IDŐ PROBLÉMÁJÁNAK KÉRDÉSE AZ ADATGYŰJTÉSBEN

A humán területeken, főleg a régészeti- és történettudományok területén előforduló jelenségekkel, objektumokkal kapcsolatos datálási és lokalizációs problémák az e célból előállított GIS-ek megbízhatóságát (és hitelességét, elfogadását) is befolyásolják. E mellett a térinformatika fejlesztésének, használatának egyik divatos kérdése napjainkban a tér és az idő ábrázolása, a változások követése, térképpel való kifejezése. Ennek a problémának a lehetséges megoldásáról sok tanulmány készült, megoldási algoritmusok, javaslatok is születtek. Az objektumok, események elhelyezkedését, változását az időben mindaddig azonban úgy kezelik, mint „abszolút értékű” valóságot, pedig, mint kiindulási adatok, szintén hibával terheltnek lehetnek. Ebben a fejezetben éppen ezért megkíséreljük bemutatni azokat a lehetőségeket, amelyek segíthetnek az adatszolgáltató szakterületeknek az anomáliák, kérdéses jelenségek, időpontok korrigálásában, kiegészítésében. A következőkben tehát avval foglalkozunk, hogy milyen problémák merülhetnek fel, és hogyan tudjuk megoldásukat segíteni.

Mindenekelőtt abból indulunk ki, hogy a „szokásos” térképészeti adatgyűjtési műveletek mellett térképeket a múltra vonatkozóan is elő tudunk állítani, amit rekonstrukciónak nevezünk. Az igaz, hogy a termékek korrektsége az idő kiterjesztésével csökken (tehát hiba, esetleg tudatos elhanyagolás léphet fel). Ha nem lenne probléma a rendelkezésre álló forrásokkal, akkor (Magyarországot tekintve) ez az úgynevezett rekonstrukciós időszak, természetesen a feldolgozási méretarány (részletesség, pontosság) függvényében belenyúlhat a nagy természeti szabályozások előtt időszakba is. Ebből következne, hogy az így ábrázolt objektumok, jelenségek, események tér és idő kapcsolata megfelelő.

Mivel azonban ezek a végtermékek általában valamilyen fokon az egész társadalom számára készülnek kulturális, oktatási vagy műszaki célokra, a hibák miatt tovább kell lépnünk. Ugyanis a fent említett hibák, torzítások módosítják az egész rekonstrukciós rendszert (22. ábra). Rövidtávon a közelmúlt titkosítási célú változtatásai, míg régebben az elhanyagolások, tévedések okozhatnak geometriai problémákat. Ha távolabb megyünk az időben, akkor pedig eljutunk a teljes információhiányhoz, a konkrét hamisításhoz (amit esetleg nem is olyan régen követtek el). Sajnos ugyanez vonatkozik magára az idő meghatározására is.

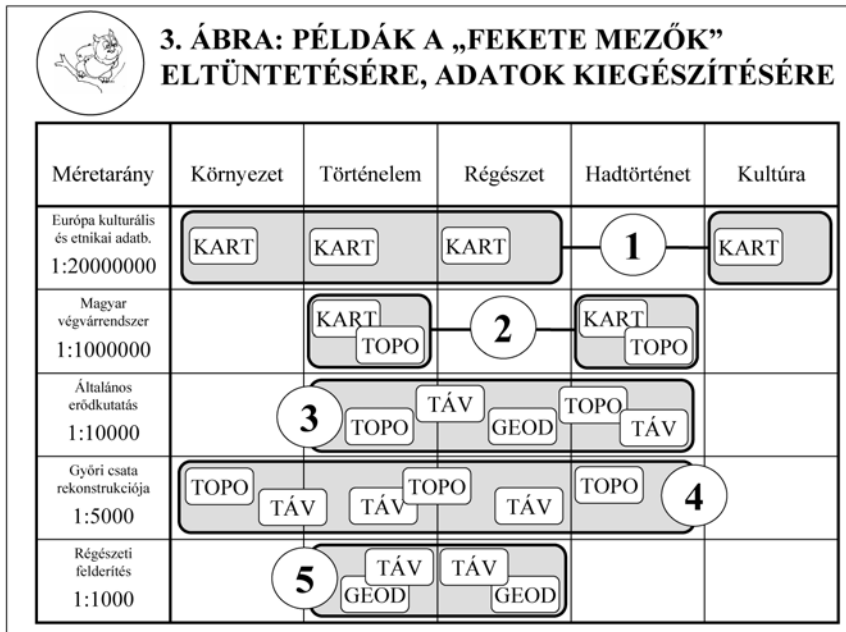


22. ábra

Ha megvizsgáljuk a két jelenség kölcsönhatását, akkor esetenként komoly anomáliákra is számíthatunk (szerencsére ezek ritkák) (23. ábra). Ezeknek a 22. ábrán látható „fekete mezőknek” kiküszöbölésére, a megoldások kiegészítésére az alábbiakban több, a gyakorlatban is alkalmazható példát mutatunk be. A példákat a térképészetben természetes mérőszám, a méretarány és a feldolgozott tematika függvényében tárgyaljuk (24. ábra). Az ábrán továbbá feltüntetjük az alkalmazott adatgyűjtési módszereket is. Az ábrából az is kitűnik, hogy szinte az egész lehetséges térképészeti paletta alkalmas ezekre a kiegészítő jellegű feladatokra. Ugyancsak teljes lefedettséget érhetünk el a „történettudományok” névvel illelhető szakterületeken. Ez utóbbi azért is érdekes, mert melléktermékként kapcsolat alakítható ki a különböző, esetleg némileg eltérő álláspontokat képviselő témák között is.



23. ábra

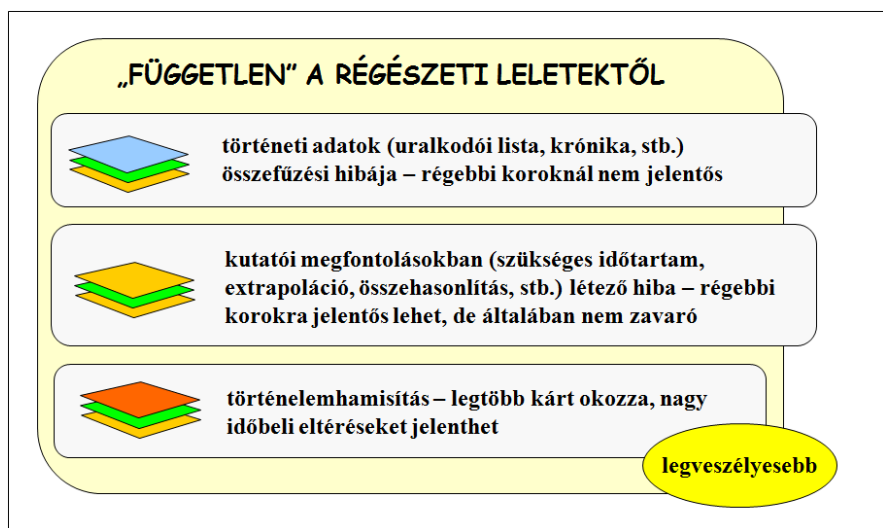


24. ábra

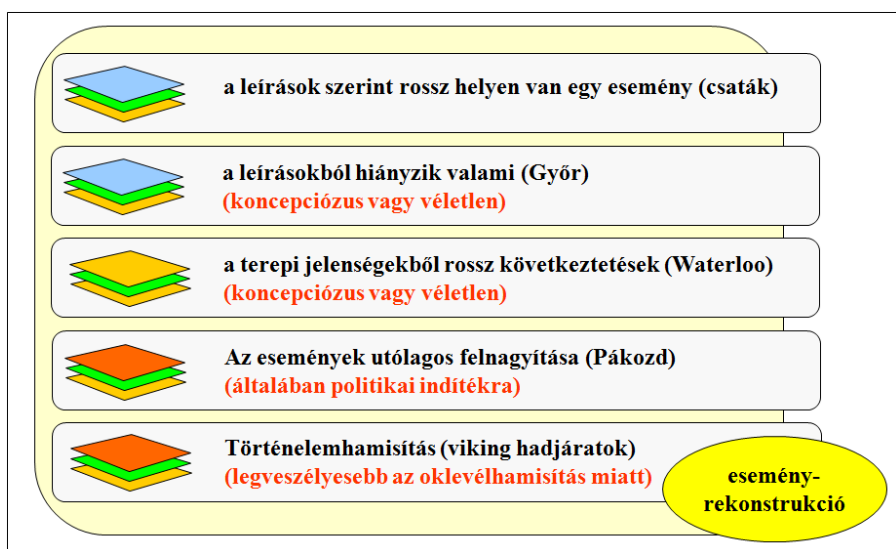
Az alábbiakban példákon keresztül bemutatott, és térinformatikai eszközökkel végzett vizsgálatok alapján kijelenthetjük, hogy a kartográfia, topográfia és a távérzékelés mindegyike alkalmas és fontos módszer lehet a humán szakterületek adatainak kiegészítésében. Továbbá az így nyert eredmények ezeken túlmenően olyan újszerű megoldásokat, kérdéseket is felvethetnek, amelyek megválaszolása, integrálása a tudományba előremozdíthatja magának a humán területnek is a fejlődését. Ilyen adatok lehetnek:

1. Helyszínek, objektumok felderítése, térképezése (új jelenségek, objektumok, datálás)
2. GIS adatbázis létrehozása (különböző adatok elemzése, összehasonlítása, kapcsolatok)
3. Történeti információk összekapcsolása az időben (folyamatosság kimutatása, vizsgálata)
4. Környezetrekonstrukció (események leírása, módosítása, új megoldások keresése)
5. Objektumrekonstrukció (objektumok-események összefüggése, datálás)

Megjegyzendő, hogy a probléma nem csupán ott van, hogy a jelenségek bekövetkezésének, lefolyásának időpontját nem ismerjük, hanem a „forrás-szakterületek” datálási hibái, a korábbi helytelen adatokhoz való ragaszkodás, és esetleg a tudatos hamisítás is megjelenik. Ha a 25. ábrát megtekintjük, kiderül, hogy bőven van olyan összetevő az adatszolgáltatásokban, amely befolyásolja munkánkat. A 26. ábra pedig ennek a térképészetre (térre) gyakorolt hatásait mutatja.



25. ábra: Az időskála meghatározási problémái



26. ábra: Problémák a térrel, az idő függvényében

A példák között először bemutatásra kerülő anyag az Európa etnikai és kulturális változásaival foglalkozó rendszer (ábrán az 1. számmal jelzett). Itt megkíséreltünk egy folyamatosan változó földrajzi környezethez több folyamatosan változó tematikát kapcsolni azzal a céllal, hogy a történelmi hézagokat összekapcsolva kiegészítő információkat nyerjünk. Ezek a kiegészítő információk főként a kulturális-etnikai kapcsolatokra vonatkoznak, a korai (kb. Kr.e. 2000-ig) időszakokban szinte kizárólag régészeti információk, később vegyesen, jórészt a történettudomány és az antropológia adatai. A várható ismeretanyag miatt térképi alapnak az 1:20000000 méretarányt választottuk. A térképmű folyamatosan változó geometriája alapvetően három tényezőtől függött, a tengerszint folyamatos emelkedésétől, a földkéreg mozgásaiból és a belső kontinentális földrajzi változásoktól. Ahhoz, hogy a figyelembe vett legkorábbi időszakoktól kezdve folyamatos adatfeldolgozást lehessen elérni, illetve az elkészített anyagok között a rendszerben összehasonlításokat, elemzéseket lehessen végrehajtani, a meghatározó régészeti kultúrákat (jellemzően az eljegesedés végén meghatározhatókat) számszerű kódrendszerrel láttuk el. Ennek oka a későbbi keveredések

részben kiegészítette a történelmi ismereteket, részben azonban olyan új kérdéseket is fölvetett, amelyekre választ csak a további történelmi kutatások adhatnak.



28. ábra

Tömören:

1. A térképészet sajátos módszerei eredményesek a történelmi folyamatok elemzésénél
2. Ugyanezek a lehetőségek segíthetik a kiegészítéseket, új kérdések felvetését, némely homályos háttérű jelenségre a válaszadást
3. A siker eléréséhez nem szükséges a történettudományok módszereit alkalmazni. A térinformatikai vizsgálatok eredményei meggyőzőbbek, ha mindenki a saját szakterületének kutatási lehetőségeivel foglalkozik
4. A térinformatika és a térképészet olyan potenciális lehetőségeket biztosít a történettudomány és a régészet számára, amely nagyon sok esetben továbblendítheti a kutatásokat, felpozícionálhatja a fejlődést (természetesen mérnöki szakmai segítséggel)
5. A humán területek igénye a mérnöki jellegű vizsgálatokra növekszik, a negatív hozzáállás általában csökken. Szabad a pálya.

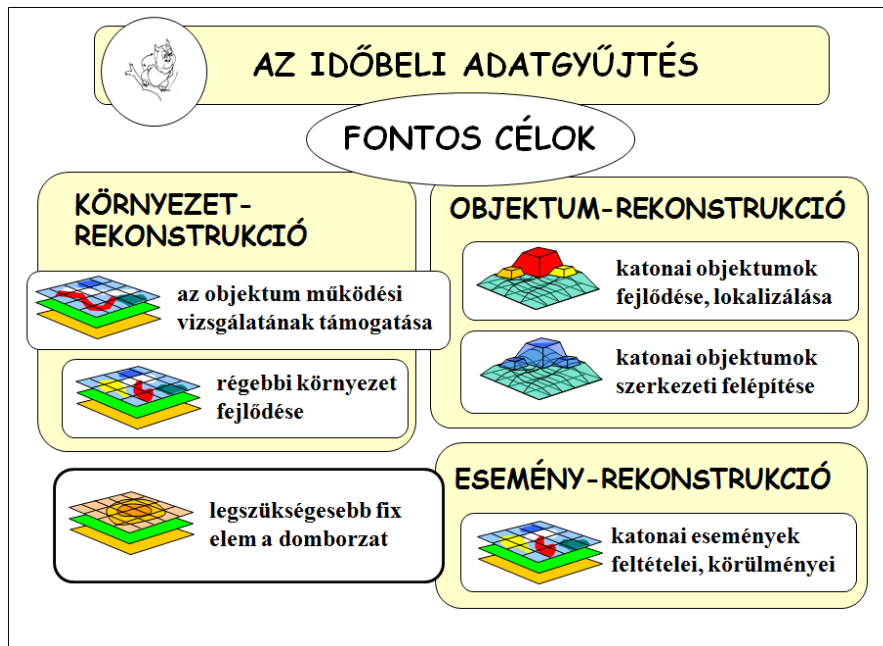
6. A REKONSTRUKCIÓ ELMÉLETE

6.1. Vizsgálatok az időben

A távérzékelés és fotóinterpretáció azzal a lehetőséggel rendelkezik, hogy a jelen állapot vizsgálata mellett a múltra vonatkozó információkat is objektív adatforrásokból tudjuk meghatározni. A korábbi időszakok légifényképei ugyanolyan információhordozók, mint a jelenlegiek, azzal a különbséggel, hogy természetesen csak fekete-fehér anyagok állnak rendelkezésre, és a belőlük kinyert információk közvetlen ellenőrzésére csak korlátozott lehetőségek vannak. Térinformatikai adatgyűjtésre az időben először is felhasználhatók fotóanyagok. Ezek a légifényképek esetében mintegy 50 évre (1951-től állnak rendelkezésre képek), űrfelvételek esetében mintegy 25 évre tolják vissza azt az időintervallumot, amiből adatgyűjtés végezhető. Nyilvánvalóan a legfontosabb térinformatikai probléma e tekintetben az, hogy a különféle anyagok egységes rendszerben, az azonos objektumokra vonatkozóan egybevágoan történő feldolgozását meg kell oldani.

Az időbeli adatgyűjtés másik forrása a mérnöki tervezésű és kivitelezésű térképek. Ezek az első időkben katonai, majd később polgári célokra is készültek. Adatforrásként egyértelműen felhasználható térképek az 1700-as évek közepétől állnak rendelkezésre (I. katonai felmérés). Ez már viszonylag nagy merítési intervallumot jelent. Természetesen a korai térképek feldolgozásánál felléphetnek jelkulcs-értelmezési problémák, valamint főként geometriai kérdések, amelyek megoldása hasonló lehet a fent említettekhez.

Az időben való vizsgálatok a környezeti jellegű kutatásoknál többféle célból történnek. A környezetvizsgálat, rekonstrukció esetében a legfontosabb az a megállapítás, hogy a környezet állapota az időben folyamatosan változik, a változás rögzítése fontos feladat. Ez pedig csak az időben visszafelé való "mozgással" lehetséges. Ilyen cél lehet a település-fejlődés (környezeti, társadalmi vizsgálatok), korábbi környezeti állapot kutatása (vízrajzi viszonyok, beépítettség). Gyakorlatilag kijelenthető, hogy az egyik legfontosabb cél az információgyűjtésnél a környezeti folyamatok időbeli megfigyelése, meghatározása, mivel a környezet jellemzőinek mozgása dinamikus folyamat. Ugyanilyen fontos a konkrét régészeti, történeti információgyűjtés esetében is a vizsgálat az időben. Régészeti adatgyűjtésnél az információk fokozott időjárásfüggése miatt általában csak a több idejű (multitemporális) vizsgálatok hoznak eredményt. Nyilván itt is felmerül a különböző források adatainak homogenizálása, egységesítése. Talán a legszebb kérdéskör e területen az esemény- és környezetrekonstrukció, ahol is régi dokumentumok, térképek és esetleg fényképek segítségével tudunk információkat meghatározni a múlt eseményeiről. Ez esetben különlegesen figyelni kell a levéltári adatokra, képekre, ezek felhasználása csak forráskritikai elemzés után célszerű. A térinformatika keretei között a geometriai adatgyűjtésnél három különböző felhasználást különböztethetünk meg az idővel kapcsolatosan: A környezet-, az objektum- és az esemény-rekonstrukciót (29. ábra). Az objektum-rekonstrukcióról részletesebben az erőd kutatással foglalkozó fejezetben lesz szó.



29. ábra

Tömören:

1. A környezeti folyamatok lefolyásának meghatározása elsőrendű feladat
2. Az időbeli vizsgálatok fontos adatforrásai a régészeti és történeti kutatásnak
3. Mindezek geometriai alapja a GIS-ben a rekonstrukció

6.2. Környezetrekonstrukció

Elsőként a környezetrekonstrukcióról, mint a legegyszerűbb, és szakismereteket kevésbé kívánó feladatról lesz szó. A környezetrekonstrukció célja kettős. Először is, mivel a múlt körülményeinek ismerete nélkül gyakorlatilag semmi, a témánkba tartozó felmérés sem nagyon lehetséges, korábbi környezeti állapotok kutatása fontos feladat és cél. Másodszor, gyakran önmagában is szükséges a korábbi környezet meghatározása (környezet fejlődési irányai, erődítések környezete, régészeti kultúrák környezete, stb.). E mellett mindig felmerül a kérdés, hogy minden térképhez kapcsolódó feladat megoldása, így a rekonstrukció is, milyen geometriai környezetben oldandó meg. Ehhez kapcsolódóan megállapítható, hogy a helyi jellegű, néhány tucat négyzetkilométer területet felölelő munkák felbontása és alapterületaránya célszerűen az EOVS 1:10000 méretarányú topográfiai alaptérkép. Ezt célszerűségi (rendelkezésre áll az egész ország területét felölelő térképsorozat), és törvényi előírások indokolják.

Ehhez kapcsolódóan tekintsük át a környezetrekonstrukció lehetséges térképi alapjait, információforrásait. Alapadatként legfontosabb források a modern geodéziai, topográfiai anyagok. Mint szó volt róla, alap általában az 1:10000 topográfiai térkép. Ez általában a (regionális) térinformatikai adatrendszer alaptérképe, de más szempontból is fontos forrásként szolgál. Akár EOVS, akár korábbi sztereografikus térkép (ezek több mikrodomborzati információval szolgálnak) a forrásunk, a szintvonalas magassági információk minden további vizsgálat magassági alapját képezik, hiszen ilyen méretarányokban a domborzat kevés változást szenved az idők folyásával, és így állandó, fix adatként kezelhetők. Természetesen, a drasztikus változások (pl. bányák nyitása) egyéb módokon könnyen felderíthetők, és a

változások rögzíthetők. Így a vizsgálatok magassági modellje (ami hatással van pl. akár a korábbi mocsarak határvonalainak pontosítására is) fontos szerepet tölt be, és viszonylag egyszerűen előállítható.

A környezetrekonstrukció pontos meghatározását segítik még a nagy számban fellelhető és rendelkezésre álló geodéziai, nagyméretarányú felmérések, alaptérképek, amelyek főként az utóbbi száz év rekonstrukciós munkáinál játszanak szerepet, illetve a korábbiak pontosításánál. A rekonstrukció időbeli alapadatainak jelentős részét az archív térképek jelentik. Az utóbbi 250 év távlatából vagyunk képesek segítségükkel információkat gyűjteni. Az úgynevezett katonai felmérések adataikban pontos, részletes információit megfontolt geometriai feldolgozás után hasznosíthatjuk. Sok esetben ezek felhasználása önmagában elégséges a kívánt idősorok, vagy egy konkrét környezet meghatározásához. Az alkalmazott jelkulcs értelmezésében lehetnek problémák, ebben jelentős segítséget nyújthatnak a később bemutatott légifényképek. Más a helyzet az egyéb térképi forrásokkal. Itt feltétlenül erős geometriai forráskritikával kell élni, adataikat összehasonlítani a katonai felmérésekkel, fotóinterpretációs eredményekkel.

A környezetrekonstrukció második nagy adatforrás-csoportja a különböző célból készült légifotó-sorozatok. Az új típusú, napjainkban készült felvételek sok információt adhatnak a múlt körülményeiről is. A talajnedvességre, vízjárásokra utaló jelek (elszíneződések, szerkezeti összefüggések) jó lehetőségeket adnak a korábbi, ma már eltűntetett környezet egyes elemeinek felismerésére, és ami talán még fontosabb, pontos feltérképezésére (ami alapja lehet a más anyagokból kapott információk transzformálásának). Ugyanígy, a növényzet szerkezetében megfigyelt speciális jelenségek (pl. idegen növényzet megjelenése), a növényfedettség változása korábbi környezet-állapotok meghatározását jelenthetik. Az űrfelvételek inkább nagy területi összefüggések vizsgálatánál használhatók, akkor, amikor táj méretű térségek változásaira utaló jeleket kutatunk. Itt főleg a földhasználati váltások, határvonalak jelenthetnek kiinduló adatokat, de az ilyen anyagok szerepe mindenképpen csak kiegészítő lehet.

Az archív légianyagok részben konkrét eredményeket szolgáltathatnak (amennyiben a vizsgált időszakban készültek a felvételek). A kisebb nehézség abban jelentkezik, hogy a fotóinterpretáció eredményét természetesen nem lehet terepbejárással ellenőrizni, és így néhány objektum, jelenség értelmezhetetlen marad. Nagy előnyük van azonban a korábbi időpontok kutatásánál azért, mert gyakran a tagosítások, meliorációk előtti állapotot ábrázolják. Így sokkal könnyebben juthatunk korábbi vízmosások, folyómedrek nyomaira, sőt esetleges korábbi mezőgazdasági művelés hatása is értékelhető. Ugyanígy fontos forrás a régészeti jellegű jelek felhasználása pl. településhatárok meghatározásánál.

Miután feldolgoztuk az alapanyagokat (itt már mindenképpen térinformatikai jellegű környezetben), a környezetrekonstrukció következő lépése az egységes tematikus térképrendszer létrehozása. Ez azt jelenti, hogy ugyanolyan jelkulccsal, egybevágó geometriával, ugyanolyan topológiával kell a jelen állapot, és a korábbi állapot térképeit elkészíteni. A geometriai nehézségek miatt a megoldás majdnem minden esetben az alaptérképből fokozatosan levezetve történő térképszerkesztés (a nagyon régi állapot és a mai állapot közötti kevés geometriai kapcsolat miatt). Ehhez járul a magassági modell segítségével történő speciális szerkesztések, korrekciók megvalósítása, ami végén előáll a rekonstrukció fizikai modellje a GIS adatbázisban. Amennyiben a vizsgált időszakra vonatkozó leírások, egyéb információk is rendelkezésünkre állnak, ezek elemzése, bedolgozása után megkapjuk a teljes és végleges környezetrekonstrukciót.

Tömören:

- 1. A környezetrekonstrukció alapja az EOVS 1:10000 topográfiai térkép**
- 2. A magassági modell alkalmas a régi grafikus adatok korrekciójára, illesztésére**
- 3. Archív légifotókkal vizsgálható legjobban a régi korok környezetének hatása**

6.3. Eseményrekonstrukció

Az elmúlt korok eseményeinek vizsgálata úgy tűnhet első pillanatra, hogy a térinformatikához és távérzékeléshez (egyéb térinformatikai adatgyűjtéshez) nem sok köze lehet. Hiszen az eseményeket történeti források írják le, és mivel magát az eseményt nem lehet utólag észlelni (mert egyszeri és megismételhetetlen), végül is ragaszkodnunk kell e leírásokhoz. Természetesen, megfelelő forráskritika után. Felmerülhet a kérdés ezek után, hogy lehetséges-e akár csak utólagos korrekció, és mi lehet ennek a "legitim" alapja.

Elsősorban azt kell kijelenteni, hogy sok esetben idáig maguk a leírások, a leíró személyek voltak az elfogadás biztosítékai. Azonban, mivel a krónikás majdnem minden esetben bizonyos mértékig elfogult (talán politikai indokok is közrejátszanak), tudósításai gyakran célzottan készülnek, felnagyítva bizonyos részleteket. Másrészt, sokszor a források meglehetősen gyérek, és az idők folyamán a történészek (többször az írók is) kiegészítették őket. Ehhez járul még az a jelenség, hogy az egyre több előkerült forrásadat, újabb és újabb elemzések olyan nagy tömegű információt jelentenek (ráadásul egyre több térképi elemmel bővülve), hogy hagyományos megközelítéssel ebből valami újat kihámozni nagyon nehéz. Ezért van jelentősége a térinformatikának, mégpedig akár a különböző események pontos rekonstrukciójánál is.

A katonai események rekonstrukciója összetett feladat amiatt, mert csak kismértékben támogatja a feldolgozást a helyszíni felderítés, a régebbi múlt eseményeinek felszíni maradványai gyorsan pusztulnak. Továbbá ismerni kell a katonai tevékenység, a hadviselés, taktika korabeli módszereit, szükségszerűségeit is. A "polgári" események kutatása azért ígér ennél is kisebb eredményességet, mert pontosan ezek a szabályszerűségek hiányoznak. A korábbiakhoz hasonlóan itt is nagy szerepe van (sőt fokozott szerepe) a környezeti kutatásoknak, rekonstrukciónak. Emiatt a legfontosabb kiinduló alapanyag a korszakot leginkább megközelítő térképmű. Ezt kiegészítheti az archív légifotóanyag, amely az esetleges felszíni jeleket tartalmazhatja.

Az eseményrekonstrukció természetes kezdő információi a történettudományokhoz (főképpen a hadtörténelemhez) kapcsolódó adatok. Ez természetes dolog, hiszen ezek az információk alapozhatják csak meg a további vizsgálatok helyszínét, a körülbelüli lefolyást, stb. A események kutatásánál fokozottan kell élni a forráskritika eszközeivel, azzal a kiegészítéssel, hogy sok esetben pontosan a történeti leírásokat kell "tisztába tenni" a térinformatikai rekonstrukció eszközeivel. Pontosán ezért a leírások közül elsősorban az egyidejű katonai jelentéseket fogadhatjuk el, már ha ilyenek voltak. Sajnos, a civil, a nagyközönség számára szóló források előtérbe helyezése elfogadott lehetőség ezen a területen is. Az egyéb szakmai területekből viszonylagosan jelentős szerepe van még a fegyvertani ismereteknek, valamint a hadművészet eljárásainak.

Az eseményrekonstrukcióhoz szükséges segédtudományok közül legfontosabbak a vízrajzi, növénytan, környezeti szakterületek, valamint természetesen a meteorológiai, éghajlati ismeretek. Ehhez járulnak még a közlekedéssel, szállítással összefüggő kérdések.

A környezetrekonstrukción alapuló esemény-valószínűsítést valamilyen egységes geometriai rendszerben célszerű megvalósítani. Ennek a rendszernek alapja (mint korábban is leírtuk) az 1:10000 (vagy 1:25000) EOVS topográfiai térkép. Ez elegendő felbontást és pontosságot szolgáltat a hazai események vizsgálatához, ugyanakkor az is megjegyzendő, hogy nincs is lehetőségünk általában a lényegesen részletesebb kutatásra. Ehhez kapcsolódhat még az is, hogy sok esetben szükségtelen elemi események vizsgálata, hiszen ez talán elfedi a jelentős összefüggések meghatározását. Természetesen a terep magassági adatait változtatás nélkül kell átvinni a vizsgálati rendszerünkbe, mert nincs lehetőség a domborzati adatok múltban való finom változásának meghatározására, ha elfogadjuk a jelen domborzatot, ezzel nem okozhatunk jelentős hibát. Megjegyzésként ugyanazt lehet elmondani, mint az előbb, a túlzott részletek itt is zavaróak, illetve nem viszik előbbre a megoldást.

A rendelkezésre álló archív térképek közül a katonai topográfiai felmérések bírnak jelentőséggel, mivel méretarányuk, részletességük kielégíti a pontossági követelményeket, átfogóan ábrázolják a terepet, áttekinthetők, és ábrázolják azokat a felszíni jelenségeket, amelyek pontosan a katonai tevékenység számára voltak fontosak (54b. ábra). Az egyéb térképi anyagokat, földrajzi térképeket, látványképeket általában csak kiegészítőként szabad alkalmazni (forráskritika).

A légifényképek szerepe az események vizsgálatában a területen lévő esetleges felszíni jelenségekre korlátozódik. Ezek lehetnek régi sáncok maradványai is, de fontos a korabeli környezetre utaló maradvék növényzet felderítése is. Ez esetben is az elméleti modell ismeretanyagát alkalmazva, a terepfelmérés, térképelemzés és fotóinterpretáció együttes eredményét integrálva készül el az esemény fizikai modellje, az események időbeli lefolyásának modellje, ami már a teljes rekonstrukciót tartalmazza.

Az események rekonstrukciójának térinformatikai jellemzői

Néhány korábbi példához hasonlóan, e területen is nem az archiválás a célja a térinformatika használatának, hanem konkrét kutatási feladatok támogatása. Ezt a magasabb fokú (rendű) alkalmazást az teszi itt szükségessé és kikerülhetetlenné, hogy a nagyszámú információ, a sok különféle térkép és légifénykép integrációja nélkül nem elképzelhető ezekhez rendelni a hadtörténeti, hadművészeti eseményeket, még kevésbé járhat sikerrel e nélkül az egységes elemzés.

A lényeg a következő: Az adott 1:10000 felbontású EOVS egységes rendszerbe kell integrálni minden rendelkezésre álló olyan térképet, információt, amelyik szerepet játszik az események lokalizálásában, környezetük meghatározásában. A katonai felmérések (mivel különféle és a maitól eltérő vetületben készültek) feldolgozása nagy körültekintést kíván. Ugyanis azonosítani kell tudni néhány ma is fellelhető jelenséget, objektumot, hogy ezeket az anyagokat tévedésmentesen fel tudjuk dolgozni. Szerencsére a pontossági követelmények lehetővé teszik az egyszerűbb (de egyáltalán lehetséges) feldolgozási módszereket is.

Mivel, mint korábban említettük, ezek a térképek tartalmazzák a számunkra fontos terepi adatokat, ezek bevitelére a mai térképekre megoldott. Ezt természetesen támogatja a domborzat figyelembevétele a szerkesztési eljárásoknál, mivel pl. a mocsarak, mélyebb területek pontos elhelyezkedését, körvonalait korrigálni lehet a magassági viszonyok ismerete alapján. Gyakorlatilag a geometriai integráció a legnehezebb feladat, a tartalmilag fontos adatok kinyerése már "csak" szakmai ismeretek kérdése. Ezzel a módszerrel elfogadhatóan megközelíthetjük a korabeli környezet felépítését, legalábbis a hadviselést befolyásoló összetevőkkel. Az adatok ilyen térinformatikai összegzése után, ezen az alapon folytatódhat a vizsgálat. Minden egyéb információt ide kell ezután bedolgozni. Nyilvánvalóan az elemi

események is kötődnek terepi jellemzőkhöz (pl. dombhajlat, meredek lejtő, facsoport, tanya), ezek lokalizálása már sok szakmai, hadművészeti ismeretet követel.

Az események szereplőinek, a környezetnek elhelyezése után (figyelembe véve a topográfiai, időjárási, stb. tényezőket) megtörténhet az események lefolyásának valószínűsített modellezése. Amennyiben ezek nem mondanak ellent a leírásoknak, akkor a rekonstrukció befejeződött. Ha azonban ellentétet észlelünk, meg kell fontolnunk, hogy a technikai, taktikai, hadviselési előírások és módszerek az erősebbek, vagy a történeti leírások.

Tömören:

- 1. Az eseményrekonstrukció alapja az EOVT topográfiai (1:10000) alaptérkép**
- 2. Feltétlenül szükséges a hadművészet ismerete**
- 3. Feltétlenül feldolgozandók a környezeti, növényzeti, meteorológiai ismeretek**
- 4. A térinformatika legmagasabb fokú alkalmazása az eseményrekonstrukciós GIS**

7. HUMÁN CÉLÚ ADATBÁZISOK KÉRDÉSEI

7.1. A régészeti célú térinformatikai rendszerekről

A régészeti szakterület a műszaki és a humán világ határán helyezkedik el, gyakorlatilag nem csak a térinformatikai megközelítésből. A régészek tevékenysége erősen összefügg a tereppel, mégpedig, ha sorban tekintjük feladataikat: Terepi felszíni kutatások, terepbejárás, konkrét ásatás, bemérés. Így tekintve a dolgot a műszaki (térképeszeti) megközelítés megállja a helyét, amennyiben az elsődleges információk előállításáról, kezeléséről van szó. A következő lépés, amiben a térinformatikának konkrét előrevivő szerepe van, már erősebben kapcsolódik a humán szférához. A felkutatott, feltárt anyagi jellegű dolgok magyarázata, elemzése, következtetések levonása mind a történettudományokkal függ össze, így az esetleges felépítendő GIS eleve kétféle típusú információhalmaznak kell, hogy megfeleljen. Az egyik tipikusan helyhez kötött, geometriai jellegű, a másik inkább összehasonlító, speciális összetevőket elemző, a szó szoros értelmében humán jellegű.

Ezt előrebocsájtva látszik, hogy a régészettel foglalkozó térinformatikai rendszereknek néhány lényeges vonásban különbözniük kell a térképeszeti vagy a környezeti célú rendszerektől. Az egyik legfőbb különbség a geometriai jellegű körben adódik. Mégpedig az, hogy a régészeti feltárások általában kisebb területre koncentrálnak, a részletes kutatás, feltárás a korábbiaknál nagyobb méretarányt igényel. Tehát a térinformatikai rendszer általában úgynevezett kétlépcsős, ami itt azt jelenti, hogy van egy környezeti jellegű információanyag (régészeti környezet, domborzat, stb.), ami a „szokásos” 1:5000-1:10000 méretarányú, és van egy, a konkrét lelőhelyeket, objektumokat tartalmazó bemért (és ami fontos: Több idősíkhöz tartozó) adathalmaz.

A másik nagy különbség természetesen a kapcsolódó attribútum-táblázat (30. ábra) és a szöveges és képi adatok. Ezeknél a legfőbb különbség szintén az időhöz kötött, esetleg több időponthoz kapcsolódó terepi információk kezelése, olyan szervezése, hogy ezek az elemzések elvégezhetőek legyenek.



30. ábra

Ezek a kérdések a közelmúltban kerültek előtérbe, mert itt is igaz, hogy a korunkban egyre bővülő adatforrások és bonyolódó igények miatt a térinformatika alapvető feldolgozási módszer lett. Ma már nem elég valamit kiásni és archiválni, hanem a régész akár a környezettel, vélhető társadalommal is kapcsolatot keres, elemez, jórészt azzal a céllal, hogy esetleg újabb összefüggéseket (és lelőhelyeket) talál segítségükkel. Ugyanez áll a kommunikációs lehetőségekre is, amikor a nagyközönséggel kell valamit elfogadtatni.

Természetesen a régészeti célú GIS kialakításának is meg kell felelnie a törvényi szabályozásnak. Tehát alaprendszere az EOVS, ebben kell az összes adatot integrálni, ami néha nem kis feladat, tekintve a nagyon eltérő méretarányokat, valamint a terepi nagyméretarányú bemérések speciális tulajdonságait (bemérés, rögzítés milliméter-papíron, stb.). Már az egyéb szakterületek felé való csatlakozás miatt is általában az 1:4000 és 1:10000 méretarányok között kell választani az alaptérképet. Ez utóbbi ábrázolja ráadásul azt a domborzatot is, ami elengedhetetlen például a települések lokalizálásánál. Ezért itt is nevezhetjük a régészeti rendszerek legelfogadottabb helyi-regionális alapjának az 1:10000 méretarányú topográfiai térképet. Ehhez járul még a GIS azon geometriai tulajdonsága, hogy viszonylag „egyszerűen” integrálhatjuk a terepi (akár helyi rendszerű, vagy vetület nélküli) anyagokat a topográfiai és a távérzékelésen alapuló információkkal.

A régészeti GIS egyik alapvető feladata, mint említettük, a környezet-rekonstrukción alapuló lelőhelyvizsgálat lehetővé tétele, tehát a leletanyag és az objektumok eredeti környezetben való elemzése. Ez a korabeli történeti folyamatok modellezésénél is fontos szerepet játszik.

A régészeti célú térinformatikai rendszerek adatfeltöltése a régészek adatszolgáltatása mellett, mint láttuk a topográfiai térképeken, környezeti rekonstrukción alapszik. De meg kell említeni egy nagyon fontos információforrást is, mégpedig a távérzékelte anyagok interpretációját. A fotointerpretációs területek közül talán ez biztosítja a legtöbb, leglátványosabb eredményt. Itt nincs módunkban részletesen foglalkozni ezzel a módszerrel, a részletek a Környezet és távérzékelés jegyzetben találhatók meg.

Tömören:

- 1. Az egyre fokozódó tudományos igény és információ-tömeg megkívánja a térinformatika használatát a kutatásban**
- 2. A régészeti adatbázisokat a törvényben előírt geometriai rendszerben kell megvalósítani, mégpedig általában úgynevezett „lépcsős szerkezetben”**
- 3. A régészeti GIS legalkalmasabb (ha kutatási cél is van) alaprendszere az 1:10000 topográfiai alaptérkép**
- 4. Az attribútum-adatok meghatározásánál figyelembe kell venni az időadatok bevonását a későbbi elemzés lehetőségének megteremtésére**

A távérzékelés lehetőségei a felszín alatti objektumok felderítésénél

A sokféle ágazó fotointerpretációs eljárások közül itt azért részletesebben bemutatjuk a földalatti objektumok felderítését, mivel ezek a térinformatikai feldolgozás egyik legjelentősebb forrását jelentik. A felszín alatti objektumok felderítése összetett probléma, mivel általában topográfiai jellemzőkhöz nem köthető észlelésük. Ezért a fotointerpretációs felismerésük különböző állandó és tünékeny jelenségek vizsgálata alapján lehetséges. Állandó

jelek például a talajváltás, parcellakiosztás, vízrajzi helyzet, a domborzat és növényzet kölcsönhatása, a tűnékeny jelenségek csoportjába tartoznak a felszíni elszíneződések, idényjellegű növényzet, meteorológiai hatások, stb.

A földalatti objektumok lokalizálásához természetesen fontos kiinduló alapot szolgáltatnak a domborzati és vízrajzi adatok. Hasonlóan a felszíni létesítmények felderítésénél, itt is kizáró lehet a vízjárta, mélyebben fekvő helyek lehatárolása, mocsaras területek (főként korábbi időszakokban) felismerése. Ugyancsak hasznos a kismértékű hőmérsékletváltozások pillanatnyi detektálása (hóolvadás), de ezek is csak kiegészítő adatokkal szolgálhatnak.

Alapvetően kimondható, hogy a különböző típusú távérzékelte felvételek használhatósága nem hierarchikus (egyre jobb és jobb lehetőségek), hanem módszereikben teljesen eltérő, más-más célból használható eredményeket produkálhatnak. Az alapvető kutatási eszköz az archív légifénykép-állomány, hiszen segítségével több időpontban (multitemporális módon) vizsgálhatók a fontos terepszakaszok, ezzel kiküszöbölve meteorológiai és földhasználati (melioráció) problémákat is. Nem beszélve arról, hogy a régi anyagok segítségével sok terület még beépítés előtti állapotban kutatható, ami az összefüggések szempontjából lehet meghatározó. Az új típusú légianyagok pedig kihasználva az infravörös tartomány és a növényzet reakciójának kapcsolatát a pillanatnyi növényzetállapot megfigyelésével közvetlen adatokat szolgáltathatnak a felszín alatti jelenségekről.

Speciális távérzékelési eljárásokkal további értékes információkhoz is juthatunk. A középső infravörös tartományban működő úgynevezett termális szkennerek, termovíziók az objektumok belső hőmérsékletének hatására kibocsátott infravörös sugárzást mérik. A földalatti falak, árkok, stb. sugárzása jelentősen eltérő, így, ha ezek hatása kijut a felszínre, képi formában közvetlenül rögzíthető, felismerhető, térképezhető. Hasonlóan speciális és fontos adatokat szolgáltathatnak például a térképező radarrendszerek. Ezek felvételei készülhetnek olyan módon, hogy a felszíni növényzet ne zavarjon a felszín kutatásánál (pl. víztartalom, felszíni érdesség), illetve szerencsés esetben a felszín alól visszajövő jelekkel közvetlen képet kaphatunk mélyebb rétegekről.

A földalatti objektumok felderítésének legfontosabb információhordozói a talaj és a növényzet. A talajszerkezet megváltozása fontos indikátor. Idegen anyagok bekerülése, az altalaj felszínre kerülése, vagy csak a humuszrétegek vastagságának jelentős megváltozása is olyan jelenségek, amelyek mindenképpen jelentkeznek a légifényképek tónusszerkezetében. Földalatti objektumként való azonosításukhoz természetesen kell az elszíneződések rendszerbe foglalása, az adott szerkezeti felépítés ismerete. Megjegyzendő, hogy az altalaj és felső humuszréteg keveredése általában csak töltések esetében jelentkezik, amikor a töltés már erősen lepusztult. Régi, már fedett árkoknál inkább a talaj vízháztartásának megváltozása jelent fontos információt. A gazdagabb humusztartalmú bemosódások gyakorlatilag mindig több vizet tartalmaznak, mint a szűz felső rétegek, így a képeken sötétebb tónusban jelentkeznek.

Falazat esetében a helyzet bonyolultabb. Közvetlen eső után a fal feletti réteg kevésbé nyeli el a vizet, az nehezebben szívárogo el, így a talaj sötétebb marad. Hosszabb idő múlva viszont a nedvesség felfelé való áramlását akadályozza a fal, ezáltal a fal feletti talajrétegek jóval világosabbnak látszanak mind a normál, mind az infra felvételeken. Következménye az előbb elmondottaknak, hogy a fotóinterpretáció ez esetben erősen időjárásfüggő. Ennek kiküszöbölése a multitemporális távérzékelési módszerekkel lehetséges, aminek tág teret nyújtanak a hazánkban az elmúlt 50 évben készített légifénykép-sorozatok.

A növényzetet kétféleképpen használhatjuk fel a felderítésre. Az egyik a természetes növénytakaró változása megbolygatott felszín felett. Az emberi beavatkozás eredményeképpen sokszor új fajtájú növényzet telepedik meg a beavatkozás területén, és

hosszú ideig (több száz évig) elkülönülve megmarad. Az ilyen szabályos elhelyezkedésű sávok nagyon fontos előzetes felderítési módszert jelentenek. Ráadásul bizonyos domborzati formákkal együtt kirajzolhatják a földalatti objektummaradványok árok- és sáncrendszerét. A növényzetnek van egy közvetlen reakciója is, ami a kultúrnövényzettel borított területeken jelentkezik szembeötlően. A növények ugyanis tápanyag és nedvesség híján falak felett alacsonyabbra (ritkábban) nőnek, míg árkok felett magasságnövekedés tapasztalható, ami együtt jelentős kontraszthatással bír. Színes vagy színes infravörös felvételeken ez a hatás nagyon markánsan észlelhető.

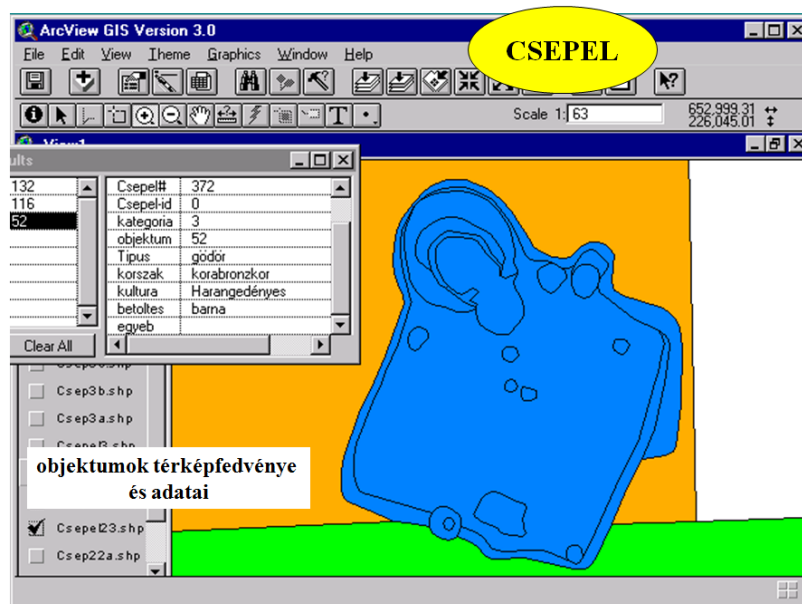
Tömören:

1. A földalatti jelenségek vizsgálatának fő eszköze a multitemporális eljárás
2. Radar és infravörös érzékelőkkel kiegészítő adatok kaphatók a kutatáshoz
3. A növényzet a legfontosabb indikátor a vizsgálatokban
4. A talaj elszíneződése fontos, de erősen időjárásfüggő információforrás

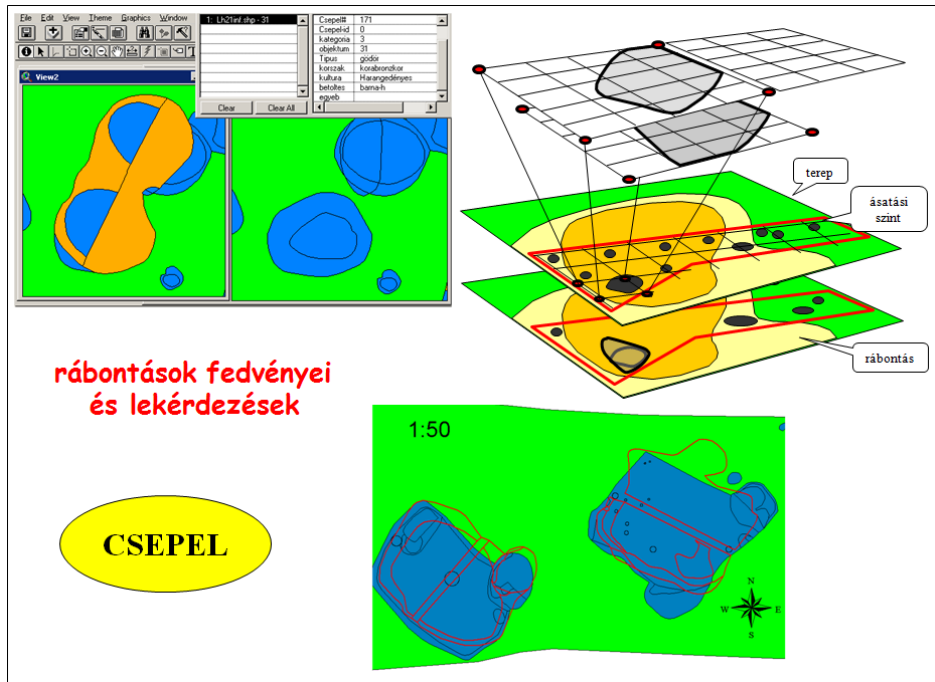
Példák a régészeti térinformatikára

Az alábbiakban néhány megvalósult rendszeren keresztül mutatjuk be azokat a jellegzetességeket, amelyek a régészeti célú GIS-t jellemzik. Nyilvánvalóan itt csak néhány kiemelt témára tudunk összpontosítani, különös tekintettel a rendszerek alapfelépítésére. A 31. ábra egy feltöltött adatbázist mutat, ahol érdemes megfigyelni az objektum-csoportokat (kék szín), illetve az egy objektumra vonatkozó táblázatot (attribútum-típusok). Ezeken kívül még nagyon fontos a leletek mélységi információja, ami a régészeti stratigráfia szempontjából szükséges.

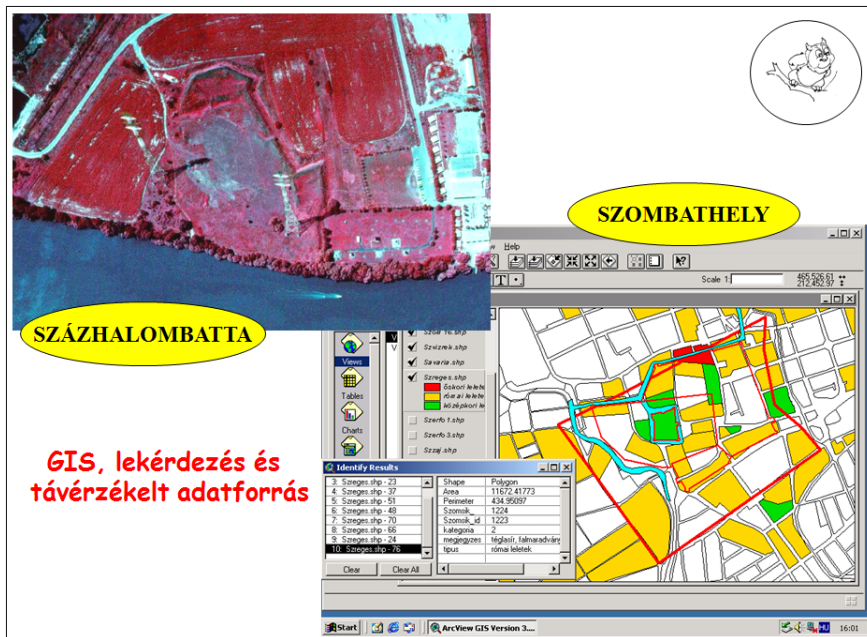
A 32. ábrán az egyik legfontosabb jelenséget mutatjuk be, mégpedig az úgynevezett rábontásokat, ahol egy földrajzi helyhez több geometria és több időpont (régészeti időskála alapján) tartozik. Az ilyen fedvénysor kialakítása mindig problémás, mivel esetenként más és más kimeneti információk, lekérdezések szükségesek.



31. ábra (Csepel-adatbázis)



32. ábra (Csepel-adatbázis)



33. ábra

Végül a 33. ábrán bemutatunk egy területi (városi) rendszerhez kapcsolódó régészeti célú információ-csomagot, a geometria kapcsolódik az EOV 1:10000 méretarányú topográfiai térképhez, és inkább a további kutatásokat szolgálja, nem az archiválást. A kép bal felső sarkában illusztrációként egy régészeti célú interpretációra használt infravörös légifelvétel látható.

7.2. A történeti-térinformatikai rendszerekről

Ha a humán szakterületeken alakítunk ki adatbázisokat, akkor a (műszakilag) leginkább problémás terület a történelem. Ennek legfőbb oka abban van, hogy maga a történettudomány is többféle kiindulási alapon indulhat, és többféle úton haladhat. Ezért az említett feladatsorozat feldolgozásának legkevésbé támadható megoldására akkor van reális esély, ha összegyűjtjük mindazokat az információkat, amelyek szükségesek egy kultúra, népcsoport eredetének, helyzetének, mozgásának, térbeli kapcsolatainak meghatározására. A teljesség nélkül, például a helyzet és típus (etnikum, kultúra) meghatározására az elfogadott régészeti, nyelvészeti adatok, a térbeli kapcsolatok meghatározására régészeti, antropológiai és történeti adatok nyújtanak nagy segítséget. A legnagyobb nehézség, amivel szemben állunk az, hogy hála Istennek, nagyon sok forrás, megalapozott eredmény áll rendelkezésre, hiszen a történelem témakörében (mint fent utaltunk rá) szinte minden érintett szakterület kutatói bőséges publikációkkal álltak elő, és ezek a vizsgálatok ma is folynak. Ezért ennek a kérdésnek a megoldására, hogy egyáltalán áttekinthető legyen a nagymennyiségű anyag, illetve összefüggéseket tudjunk meghatározni közöttük, használjuk fel a térinformatikát.

Érintett szakmai szempontokból nagyobb a probléma azzal, hogy egy mérnök milyen konkrét információkat vehet át e szakterületekről, ugyanis a publikációs lehetőségek rohamos bővülésével egyre több az ellenőrizhetetlen forrás, illetve e leírások tudományos minőségét nem tudjuk megítélni. Ezért alapelveként kijelenthetjük, hogy ilyen irányú vizsgálatunk, összehasonlításunk tárgyát csak neves, elismert szakemberek publikációi, az akadémiai szinten elismert és általánosan ismert információk, valamint az ezeket kiegészítő nemzetközi (tudományos kiadónál megjelent) publikációk, könyvek képezhetik.

Továbbá, általában a humán területekhez kapcsolódó informatikai kutatásokról kiindulásképpen meg kell jegyezni, hogy a későbbiekben tárgyalt, viszonylag bonyolult problémák vizsgálatánál, a vizsgálati adatbázisok kialakításánál mindenképpen komplex adatgyűjtés szükséges. Ez azt jelenti esetünkben, hogy nem csak egyfajta (például térképek vizsgálata) adatforrásra szabad támaszkodni, hanem a rendelkezésre álló összes térképi, képi, és főképpen leírt adat-információt is fel kell használni egy használható, korrekt funkcionális vizsgálathoz. Ez a kijelentés azért fontos, mert vizsgálati módszerünk alapvetően a földrajzi helyen, térképeken alapszik, ebből indulunk ki, a szakadatokat ehhez rendeljük.

A következő alapelv itt is az, hogy megfelelő geometriai alaprendszer nélkül nincs elfogadható eredmény. Ez itt két dolgot jelent. Az egyik, a legnehezebb kérdés az, hogy a munkát csak olyan geometriai alapon szabad elvégezni, amelyik megegyezik a vizsgált korok geometriai környezetével. Itt főként a nagykiterjedésű mocsarak, tavak, tengerek területi változására gondolunk, amelyek jelentősen befolyásolják népek, etnikai csoportok mozgását. Ugyanilyen fontos dolog esetünkben a növényzet (sztyeppe, erdős sztyeppe) változásainak vizsgálata is. Az összefüggések keresése ugyanis csak ebben a földrajzi környezetben hiteles. A kérdés megoldása a környezet-rekonstrukció, aminek ide vonatkozó részeit a következőkben részletezzük. A másik fontos tényező a méretarány. Az úgynevezett adatgyűjtési méretarány határozza meg azokat a lehetőségeket, amelyek a továbbiakban befolyásolják a szemlélést, nagyíthatóságot, és mindenekelőtt a részletgazdagságot. Ugyanezek a tulajdonságok teszik lehetővé az összegyűjtött, feldolgozott, rekonstruált információk elemzését, vizsgálatát is. Ez a történeti-adatbázisok esetében általában regionális eseteknél 1:10000-25000, általában 1:50000-1000000.

A „történeti” térinformatikáról

A fentiek alapján mondhatjuk, hogy a „tisza” humán területek kérdéseinek, problémáinak vizsgálata, az eredmények integrálása nagyon sok kiindulási információt kíván, illetve általában sok információ áll rendelkezésre. Ezeknek az adatoknak egységes rendszerben történő feldolgozása adja kezünkbe azt a lehetőséget, hogy a műszaki szempontok szerinti komplex összehasonlító vizsgálatukat is el tudjuk végezni. Ennek az egységes (elsősorban geometriai) feldolgozásnak az eszköze itt is a térinformatika.

Az alábbiakban röviden áttekintjük a térinformatikának azokat a lehetőségeit, alkalmazási körülményeit, amelyeket a történeti kapcsolatrendszerek jelenségeinek vizsgálatánál felhasználtunk. Először nézzük meg, hogy a múlt kutatása milyen nehézségekbe ütközött, mielőtt térinformatikai (GIS)-rendszereket használtunk volna fel (vagy milyen előnyökkel rendelkezett a korábbi technológia). Természetesen az adatgyűjtés kiinduló információinak szerteágazó geometriai jellemzői eleve nehéz és hosszadalmas feldolgozási módszereket kívántak. Viszont, mivel a személyes, szakértői adatfeldolgozás elfogadottabb volt, az összetett tartalmi információk már "fogyasztható" módon kerültek térképezésre, hiszen a kiértékelő szakemberek eleve azokról a területekről érkeztek, amely számára a munka folyt. Ugyanakkor az elkészült térképlapok, jelentések, táblázatok együttes kiértékelése főleg az áttekinthetetlenség és a méretarány-különbségek miatt bonyolult, és nehézkes volt. Ehhez kapcsolódik, hogy nyilvánvalóan új típusú, összehasonlításból kapott adatok kinyerése fenti módszerekkel gyakorlatilag nem volt lehetséges (csak véletlenszerűen) abban az esetben, ha nem a kijelölt fő kutatási irányban voltak fellelhetőek.

Ugyanez térinformatika felhasználásával úgy módosul, hogy a feldolgozható információtartalom szinte korlátlanul növelhető, illetve együtt kezelhetők térképek, táblázatok és szövegek. Az eleve új felhasználási lehetőségek mellett egyszerűbb az adatrendszer geometriai kezelése is. A folyamatot úgy kell elképzelni, hogy a mindenkori térképi alaphoz (mint látjuk majd, ez lehet nagyobb számú, tartalmilag változó térképlap is) hozzárendelünk egy vagy több táblázatot, amelynek adatai a számunkra fontos információkat (kultúra, népesség, nyelvi információk, antropológiai információk, stb.) tartalmazzák. Ha ezeket a táblázatokat, akár egy excel-táblázatot, lekérdezzük, elemezzük, integráljuk, az eredmény egyúttal a térképek közötti műveletek, értékelések eredménye is lesz, tehát térképszerűen látjuk, rögzíthetjük elemzésünket, ami új összefüggések megállapítására is alkalmas lehet. A korábban elmondottak itt fokozottan érvényesek, miszerint a GIS még nem a végtermék, a lekérdezett, elemzett információkat erősen kartografálva, mindenki számára olvashatóan kell előállítani.

A történeti környezetrekonstrukcióról

A fentiekhez kapcsolódik a lehetséges térképi alapok előállítási módszere. Az egyik fő kérdés az, hogy a különféle, beszerzett, már térképen ábrázolt információ mind méretarányában, mind geometriai megjelenésében nagyon eltérő lehet. Ezt a problémát is megfelelő mértékben kezelhetjük a térinformatika által biztosított szoftveres eszközökkel. Ennél nagyobb feladat a fentebb már említett, régészeti-történeti időszakokhoz kapcsolódó térképek előállítása vizsgálati alapként. Ennek legjobb módszere a környezeti rekonstrukció. A rekonstrukció önmagában (megfelelő előzetes ismeretek birtokában) nem bonyolult folyamat, de a kívánatos nagytömegű felhasználható információ fajtája és típusa szükségessé teszi szintén a térinformatikai egységes környezetet, amelyben az adatok integrációja, az egymásra építkezés, valamint a végleges rekonstrukció megvalósulhat, hiszen pontosan a nagytömegű adatok kezelésére, feldolgozására találták ki.

A környezetrekonstrukció célja itt kettős. Először is, mivel a múlt körülményeinek ismerete nélkül gyakorlatilag semmi, a témánkba tartozó térképezés, vizsgálat sem nagyon lehetséges, korábbi környezeti állapotok kutatása fontos feladat és cél. Másodsor, gyakran önmagában is szükséges a korábbi környezet meghatározása (pl. nagy kiterjedésű mocsarak, sivatagok), ha ez konkrét történeti jelenségek magyarázatát adhatja. E mellett természetesen felmerül a korábbi kérdés, hogy minden térképhez kapcsolódó feladat megoldása, így a rekonstrukció is, milyen geometriai környezetben oldandó meg. Ehhez kapcsolódóan megállapítható, hogy kutatásaink minden esetben jól áttekinthető, a rendelkezésre álló adatsűrűséghez igazodó földrajzi térkép-rendszerrel támogatható, ahol a rendszeren van a hangsúly. Mégpedig azért, mert ezáltal kapcsolat létesíthető a különböző időpontú jelenségek, események között, továbbá maguk a környezeti változások is vizsgálhatók, esetleg összevetve a történeti eseményekkel. A később részletezett módon előállított alaptérképből azután a geológiai, hidrológiai, földrajzi szakadatok, térképek, valamint az egyéb céllal előállított rekonstrukciók segítségével történik a cél-térképek megalkotása.

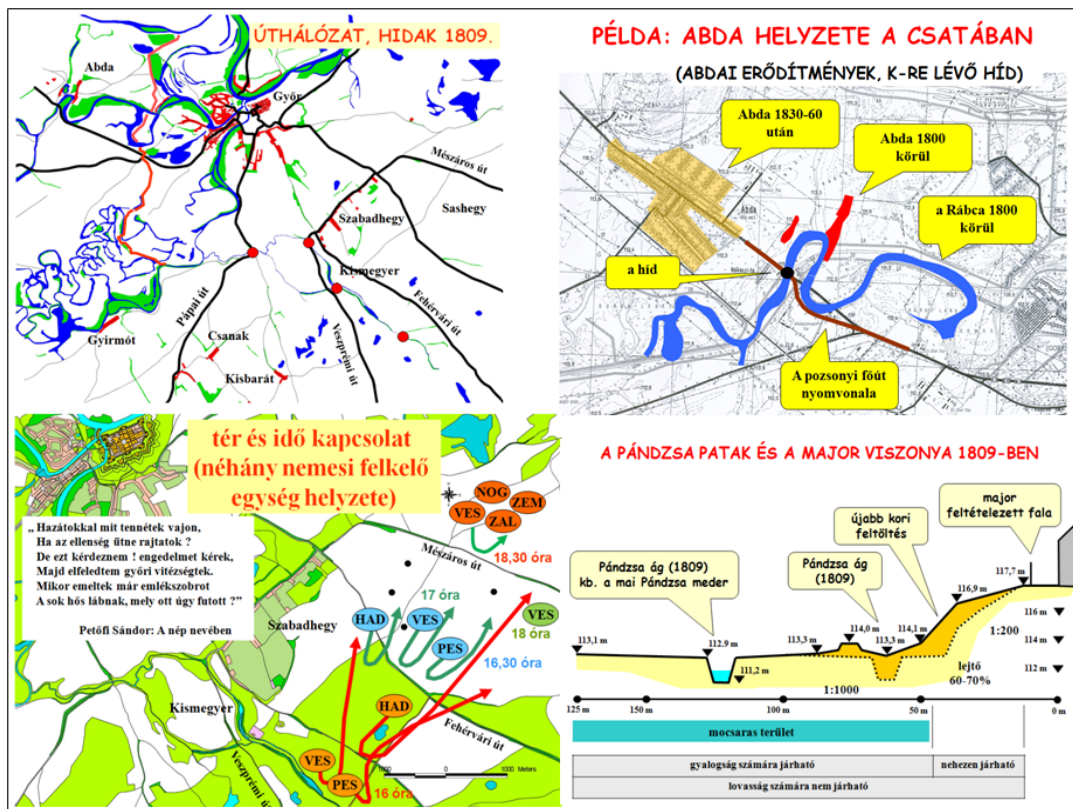
Miután feldolgoztuk az alapanyagokat (itt már mindenképpen térinformatikai jellegű környezetben), a környezetrekonstrukció következő lépése az egységes tematikus térképrendszer létrehozása. Ez azt jelenti, hogy ugyanolyan jelkulccsal, egybevágó geometriával, ugyanolyan topológiával kell a jelen állapot, és a korábbi állapot térképeit elkészíteni. A geometriai nehézségek miatt a megoldás majdnem minden esetben az alaptérképből fokozatosan levezetve történő térképszerkesztés (a nagyon régi állapot és a mai állapot közötti kevés geometriai kapcsolat miatt). Amennyiben a vizsgált időszakra vonatkozó leírások, egyéb információk is rendelkezésünkre állnak, ezek elemzése, bedolgozása után megkapjuk a teljes és végleges környezetrekonstrukciót.

Tömören:

- 1. A történeti GIS alaptérképe tükrözze a korabeli állapotot (környezet-rekonstrukció)**
- 2. Ebben az esetben a méretarány miatt a pontossági követelmények megengedőbbek**
- 3. A mérnöknek csak körültekintően szabad történeti adatokat integrálni**
- 4. Általában a történeti GIS nem archiválási szándékkal, hanem probléma megoldási feladattal jön létre**

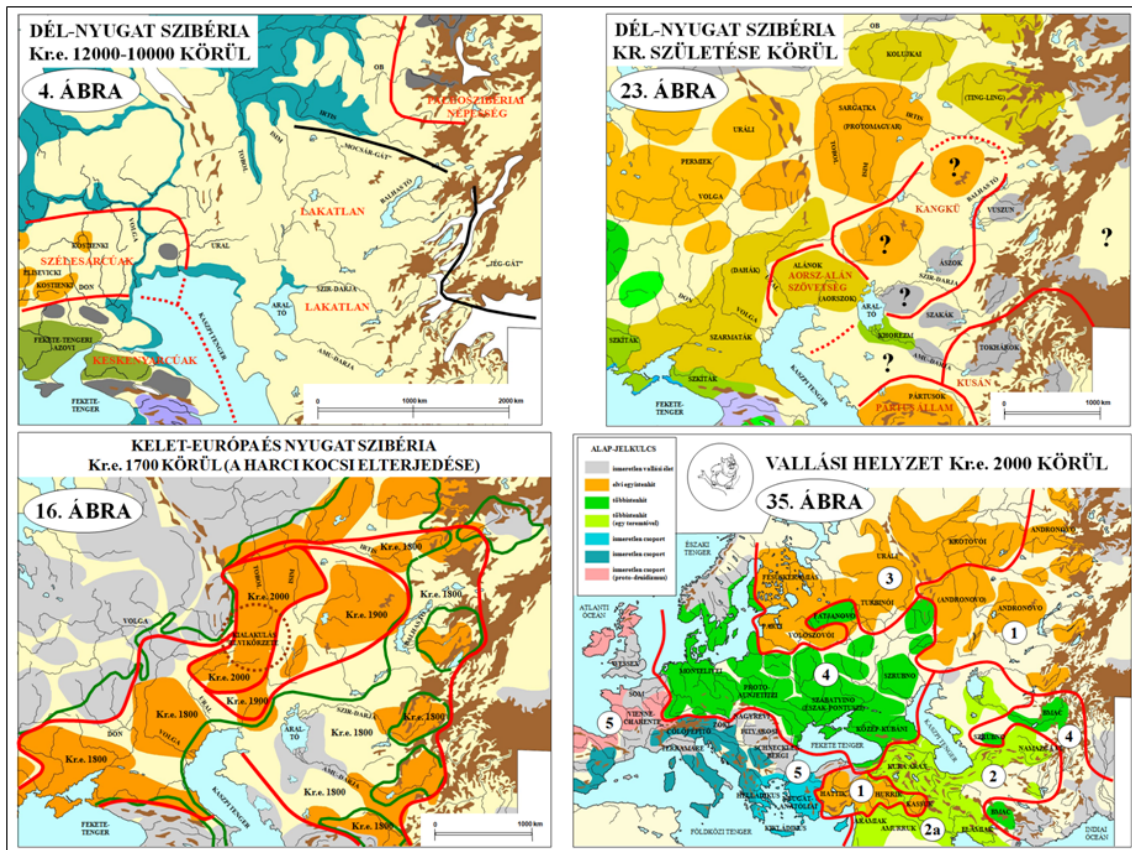
Példák a történeti térinformatikai rendszerekre

Az első példa a történeti GIS-re (34. ábra) a győri csata helyszínének, objektumainak és eseményeinek rekonstrukciójával kapcsolatos. Az ábra első képén a korabeli környezet rekonstrukcióját látjuk, ami jelentősen eltér a maétól. Ábrázolva vannak a mocsarak, vízfolyások és azok az utak, ahol jelentős csapatmozgások történhettek (kiemelten a hidak). Ez a munka már hozott érdekes eredményeket is, mivel nyilvánvalóvá vált egy fontos település helyzete, amelyik akkor egészen máshol volt, de a történeti hivatkozások a mai környezetre vonatkoznak (jobb felső kép). Lent baloldalon az események rekonstrukciójának egy részlete látszik. Itt sikerült bizonyítani, hogy általánosságban nem történt meg az a futás, amit a költő is megénekelt a nemesi felkelő lovassággal kapcsolatban. Végül részben terepi mérésekből, részben térképi elemzésekből egy szelvény a történetileg kiemelt kismegyeri majornál, amivel a lovasság mozgásának korlátozott voltát vizsgáltuk. A példából kitűnik, hogy ebben az esetben a térinformatika a történeti kutatások háttérét adta.



34. ábra (a győri csata vizsgálata)

A másik bemutatott példa egy egészen más méretarányhoz kapcsolódik (35. ábra). Ennél a vizsgálatnál a magyarság eredetét kutattuk, természetesen csak az elfogadott (akadémiai) régészeti, történeti, antropológiai adatok segítségével. Ebben az esetben a térinformatika lehetővé tette az információk egy geometriai (földrajzi) környezetbe való integrálását, a különféle adatok térben és időben való kapcsolatát, egy folyamatában is meghatározott értékelést. Az ábra bal felső képe példa a földrajzi változások egységes kezelésére is, ahol a Délnyugat-szibériai helyzetet látjuk Kr.e. 10000 körül. Megfigyelhető a jelenlegitől teljesen eltérő környezet. A második képen a régészeti, nyelvészeti, történeti, antropológiai adatok alapján levezetett és jelkulcsolt etnikai helyzet látható (ősmagyarok) időszámításunk kezdete körül. A bal alsó kép járulékos információk alapján egy technikai fejlesztés területének és az etnikai helyzetnek a kapcsolatát mutatja, míg a jobb alsó egy másik jelenség, a vallási helyzet alakulását kapcsolja az etnikai (társadalmi) viszonyokhoz.



35. ábra

7.3. Az egészségügyi térinformatikai rendszerekről

Amikor úgynevezett egészségügyi rendszerekről beszélünk a térinformatika keretében, általában két dologra gondolhatunk. Az egyik a konkrét orvosi célú, a betegeket és állapotukat nyilvántartó rendszer a kezelésekkel, jogosultságokkal, stb. együtt. Ez a szűk orvosi szakmai társadalmat érinti, sajátos környezettel, feladatokkal, esetleg még térbeli elemzési lehetőséggel együtt. ezzel a csoporttal itt nem foglalkozunk, mivel adatfeltöltése, kezelése egyáltalán nem a feladatunk. A másik térinformatikát is alkalmazó csoportot nem is egészségügyinek, hanem inkább „egészségmegőrző” információs rendszernek nevezhetjük. Tehát a következőkben bemutatott egészségüggyel kapcsolatos információs rendszer alapvető célja nem a betegségek és a gyógyítás különböző szintjeinek (beavatkozás, gyógyszeres kezelés, stb.) az eddigiek mellett térképi alapon való rögzítése, hanem az előforduló problémák területi elemzése, összevetése nem csak közvetlenül egészségüghöz kapcsolódó adatokkal, hanem pl. környezeti információkkal is. Tehát inkább a megelőzés elősegítése a különböző helyhez kötött sajátosságok vizsgálatával.

A térinformatikáról, az egészségmegőrző rendszer alapjáról

Az előzőkben említett feladat megoldására akkor van reális esély, ha összegyűjtjük mindazokat az információkat, amelyek szükségesek egy lakossági csoport egészségi állapotának meghatározására, beleértve a konkrét szűrési eredményeket is. A teljesség nélkül,

például az általános helyzet meghatározására betegség-információk, fizikai, lelki állapot-adatok, sőt környezeti, szociális ismeretek is szükségesek. Az elemzéshez pedig, a térbeli kapcsolatok meghatározására területi kódolással kell ezeknek a bejövő adatoknak rendelkezniük. A legnagyobb nehézség, amivel szemben állunk az, hogy e területen is nagyon sok forrás, megalapozott eredmény állhat rendelkezésre, az egészségügyi adatgyűjtés régóta folyik, ezek a vizsgálatok ma is folynak. Ezért a kérdés a megoldására, hogy egyáltalán áttekinthető legyen a nagymennyiségű anyag, illetve ami a legfontosabb, összefüggéseket tudjunk meghatározni közöttük, használjuk fel az alább ismertetett térinformatikát.

Továbbá, általában a fejezetben tárgyalt humán területekhez kapcsolódó informatikai kutatásokról kiindulásképpen itt is meg kell jegyezni, hogy a későbbiekben felvillantott, viszonylag bonyolult problémák vizsgálatánál, a vizsgálati adatbázisok kialakításánál mindenképpen komplex adatgyűjtés szükséges. Ez azt jelenti esetünkben, hogy nem csak egyfajta adatforrásra szabad támaszkodni, hanem a rendelkezésre álló összes területi és főképpen leírt adat-információt is fel kell használni egy használható, korrekt funkcionális vizsgálathoz. Ez a kijelentés azért fontos, mert vizsgálati módszerünk alapvetően a földrajzi helyen alapszik, ebből indulunk ki, a szakadatokat ehhez rendeljük. Azonban főleg egy egészségüggyel foglalkozó kutatási folyamat elején nem tudható, hogy egy térbeli összehasonlításnál milyen kiindulási információk eredményeznek előremutató megoldásokat. Így az úgynevezett bemeneti adatokat az első lépésben csak modellezni tudjuk, tehát a praktikusán lehetséges (a modell szerint korlátozott) összes információt be kell gyűjteni. A következő alapelv mint tudjuk az, hogy megfelelő geometriai alaprendszer nélkül nincs elfogadható eredmény. Ez itt a következőt jelenti. Az úgynevezett adatgyűjtési méretarány határozza meg azokat a lehetőségeket, amelyek a továbbiakban befolyásolják a szemlélet, a részletgazdagságot. Ezt pedig befolyásolja az adatgyűjtés területi eloszlása, sűrűsége. Ugyanezek a tulajdonságok teszik lehetővé az összegyűjtött, feldolgozott információk elemzését, vizsgálatát is, ami a fő feladatunk.

A fentiek alapján mondhatjuk, hogy az orvosi területek kérdéseinek, problémáinak vizsgálata, az eredmények integrálása nagyon sok kiindulási információt kíván, illetve általában sok információ áll rendelkezésre. Ezeknek az adatoknak egységes rendszerben történő feldolgozása adja kezünkbe azt a lehetőséget, hogy komplex összehasonlító vizsgálatukat is el tudjuk végezni. Ennek az egységes (elsősorban geometriai) feldolgozásnak az eszköze a GIS.

Az alaptérkép-rendszer kiválasztása és elkészítése

A többi szakterülethez kapcsolódóan kitűnhetett, hogy vizsgálatunk alapja egy olyan térképsorozat lehet, amelyik környezet-hű módon kell, hogy tartalmazza a különböző tartalmú, ide tartozó állapotokat, ezért röviden foglalkoznunk kell az előállításával. Legfontosabb lépésként meghatározzuk azt a méretarányt (a szerkesztett térkép pontosságától, adatsűrűségétől függő jellemző), amelyben ábrázolva az információkat, a szemléletnél, elemzésnél sem nagy adatsűrűség, sem az elnagyoltság érzése nem lép fel. Ez a lépés a következő megfontolásokat igényli. A kutatási terület nagysága (nem mindegy, hogy település, kis-térség, vagy esetleg országos kiterjedésű), hiszen az előállítás költsége nagyságrendileg eltér a három esetben. A másik megfontolás a beszerezhető (előállított) adatokkal kapcsolatos. Hozzáférhető-e és milyen területi sűrűséggel a szükséges szakinformációk. Például, ha egy településre egy információ áll általában rendelkezésre, teljesen felesleges utcaszintű település-ábrázolás (elnagyoltság érzése).

A tapasztalatok, és a várható ismeretanyag alapján feldolgozási alapnak az 1:300000 körüli méretarányt választhatjuk. Ebben még egységesen szemlélni tudjuk a feldolgozott területet (amely első lépésben az egész országot takarja). Csak a szemléltetés kedvéért, ebben az esetben minden település egy térinformatikai pontként kezelhető (Budapestnél más a helyzet), de az esetleges környezeti ártalmak még értelmezhetően megjeleníthetők.

A következő kérdés az alaptérkép vetülete. Ez viszonylag könnyen megválaszolható, hiszen minden polgári célú térképmű kötelezően az úgynevezett Egységes Országos Vetületi Rendszerben készül (EOV). Esetünkben ennek ott van nagy jelentősége, hogy a kapcsolandó környezeti, stb. térképek vetülete is ez, így a rendszerünkbe való integrálás könnyebben megvalósulhat. Továbbá az EOV rendszerben állnak rendelkezésre olyan kiegészítő (topográfiai) információk, amelyek esetleg figyelembe veendőek egy egészségvizsgálatnál a lakossággal kapcsolatban.

Ehhez kapcsolódik a térképi alapok egy speciális előállítási módszere, amelyik olyan vizsgálatokra szolgál, ahol a népesség hosszú időszak alatt fellépő egészségi változását kell feltárni. Itt a feladat az ezekhez az időszakokhoz kapcsolódó térképek előállítása alapként. Erre azért van szükség, mert általában a lakott térségek földrajzi jellegű környezete is jelentősen változik. Egy 200 évvel ezelőtti etnikai jelenség mai környezetben való vizsgálata sok téves következtetésre adhat lehetőséget. Ezeknek a régi korokat ábrázoló térképi alapoknak a létrehozására legjobb módszere a már többször említett környezeti rekonstrukció. Miután feldolgoztuk az alapanyagokat (itt már mindenképpen térinformatikai jellegű környezetben), a környezetrekonstrukció következő lépése az egységes tematikus térképrendszer létrehozása. Ez azt jelenti, hogy ugyanolyan jelkulccsal, egybevágó geometriával, ugyanolyan topológiával kell a jelen állapot, és a korábbi állapot térképeit elkészíteni. Itt csak az jegyzendő meg, hogy tekintettel kell lenni az egészségügyben alkalmazott 8számítástechnikai) környezetre, az esetleg már bevált jelkulcsolást alkalmazva. egyébként ez eladhatóbbá is teszi elkészült adatbázisunkat.

A szakadatok kezelése

A végleges szak-térképek elkészítése a korábban felsorolt alapelvek szerint történik. Amennyiben ezek már előfeldolgozott anyagok (pl. környezeti térképek), akkor pusztán a méretarány szerinti átalakításokra van szükség. Természetesen azért, hogy már önmagukban ezek a térképlapok egymással összehasonlítva is hordozzanak új információkat (pl. ártalmak területi eloszlása), őket egymásra épülve kell elkészíteni (megfelelő illesztő-hálózattal ellátva), hogy a térinformatikai rendszerünkben együttesen vizsgálhatók legyenek, ez biztosítja az egész rendszer egységes térinformatikai kezelhetőségét.

INFORMÁCIÓS CSOPORT	ÁLLAPOT JELLEMZŐ	KÁROSODÁSOK (ÁRTALMAK)	MEGJEGYZÉS
KÖRNYEZET-VÉDELMI	foglalkozás anyagi	légszennyezés zajszennyezés	beszerzés külső forrásból
KÖRNYEZETI ÉLETTÉR	épített környezet természeti környezet	vízminőség (term.) kommun. dömping	beszerzés külső forrásból
SZOMATO-ANTROPOLÓGIAI	közlekedés-ellátás	mozgás-korlátozás	beszerzés felmérésből
GAZDASÁGI	gazdasági fejlettség (virtuális)		beszerzés felmérésből

Az előző táblázatban közölt, a viszonylag jól térképezhető információkat egészítik ki először is a beszerzett orvosi-egészségügyi adatok. Mivel ezek, ha hozzáférhetők, általában település-szinten vannak előzetesen feldolgozva, sőt esetleg elemezve, integrálásuk a rendszerben nem okoz különösebb problémát. Az egyéb, saját felméréseken alapuló vizsgálati eredmények, illetve feltett kérdésekre adott válaszok alapján előállított információk kezeléséhez azonban szigorúan hozzá tartozik a területi adat (település, ennek jellege, stb.). Ezzel együtt itt kiemelten fontos jelentőséggel bírnak a következő információk.

INFORMÁCIÓS CSOPORT	ÁLLAPOT JELLEMZŐ	BETEGSÉGEK
SZOCIÁLIS	foglalkozás, anyagi helyzet	
KÖRNYEZETI	stressz-hatások felismert ártalmak	allergia
SZOMATO-ANTROPOLÓGIAI		
SZABADIDŐ	sport-tevékenység	

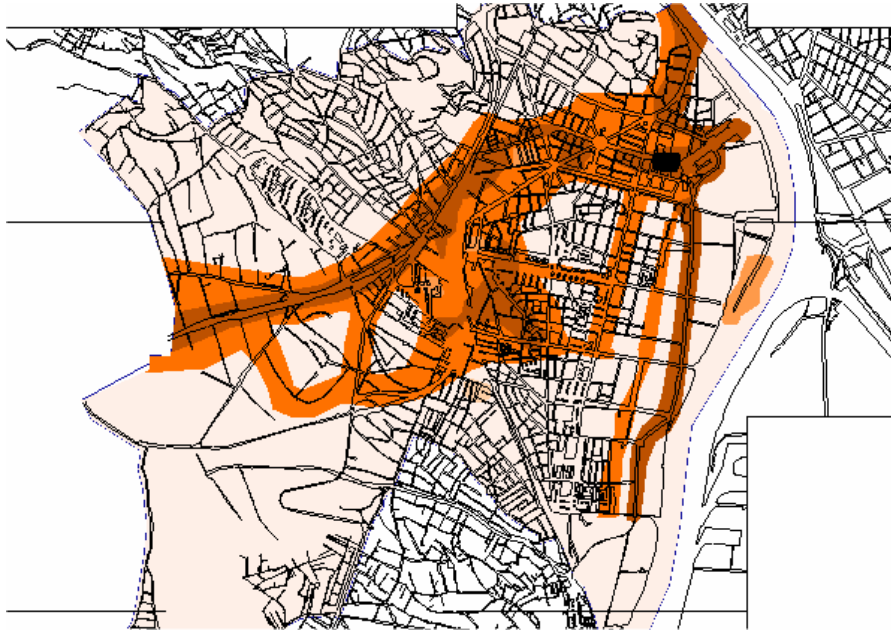
Ahhoz azonban, hogy a vizsgálatoknál figyelembe vett legkorábbi időszakoktól kezdve folyamatos adatfeldolgozást lehessen elérni minden érintett szakterületen, illetve az elkészített anyagok között, a rendszerben összehasonlításokat, elemzéseket lehessen végrehajtani, az információkat a helyhez rendelés mellett olyan egységes jellemzőkkel kell ellátni, hogy alkalmasak legyenek az integrált munkára. Ez az ilyen célú, úgynevezett elemző rendszerek alapvető tulajdonsága. Legegyszerűbb esetben ezt a kiinduló adatokhoz kapcsolt kódolással lehet megoldani. Bonyolultabb feladatoknál célszerű egy úgynevezett súly-függvénnyel még módosítani a kódolást, hogy az általunk fontosabbnak minősített jellemzők jelentősebb szerepet kapjanak az elemzés folyamatában. A kódolás (és súlyozás) a matematikai műveletek elvégzésének lehetőségén kívül természetesen még az eredmény-térképek megjelenítésénél az egységes jelkulcsos ábrázolásnál is szerepet játszik, hiszen így az egész vizsgálat időszakra azonos jelkulccsal, az értelmezést nem zavarva lehet térképeket előállítani.

Tömören:

- 1. Az EÜ GIS térképrendszere a topográfiai méretarányokhoz kapcsolódik**
- 2. A környezeti rekonstrukció általában a közelmúltra vonatkozik**
- 3. Az alapvető feladat általában az elemzés, nem az archiválás (kódolás, súlyozás)**

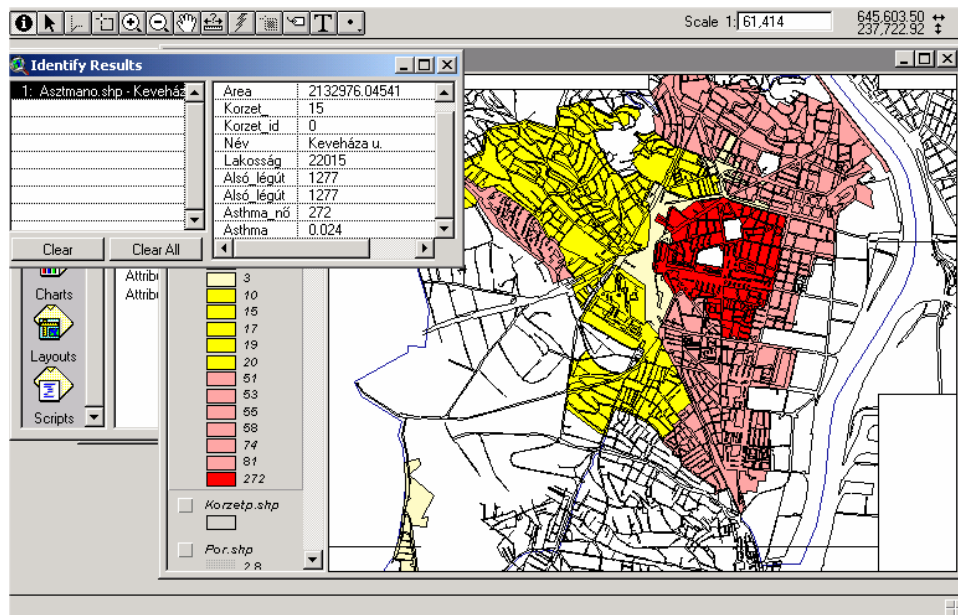
Példák a rendszer használatára

Az első példa egy viszonylag kis területet érintő (kerületi szintű) adatbázis, ahol a fő feladat a házi-orvosi körzetek szerinti megoszlásban különféle betegségek kapcsolata környezeti ártalmakkal. Az egészségügyi adatokat körzetenként kaptuk meg, ez lehetőséget adott részletes, a felhasznált alaptérkép felbontásának megfelelő elemzésre. A környezeti ártalmak közül elsősorban a városi környezetre jellemző lég- és zajszennyeződést használtuk fel (36. ábra).



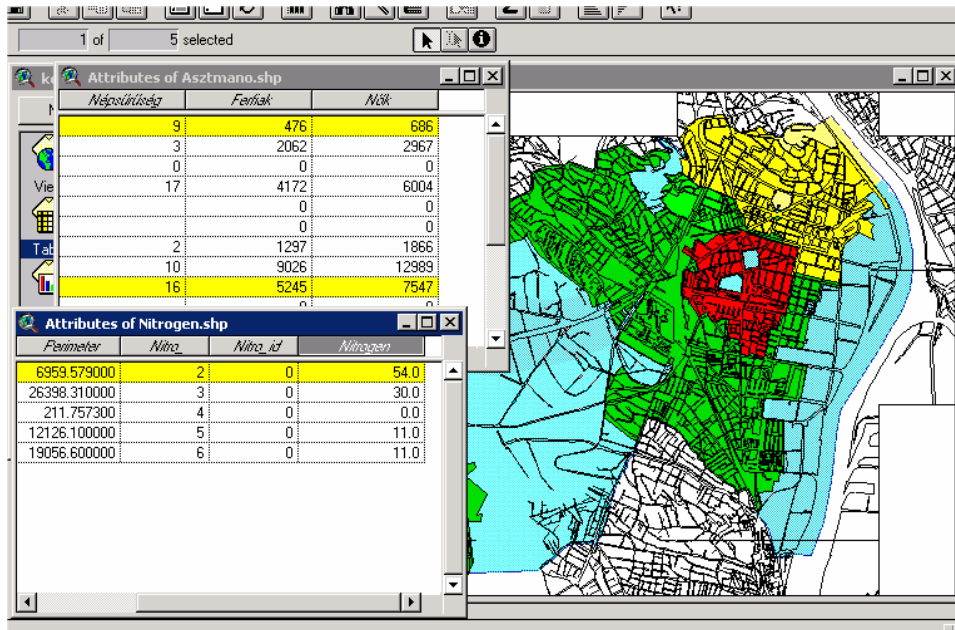
36. ábra. Átlagos nappali zajszennyezés

Az orvosi adatok körzetenkénti beolvasásával egy időben létrehozhatjuk magát a térinformatikai adatbázist is, ha az ebben szereplő információkkal kívánunk elemzéseket végezni (Példa: 37. ábra).



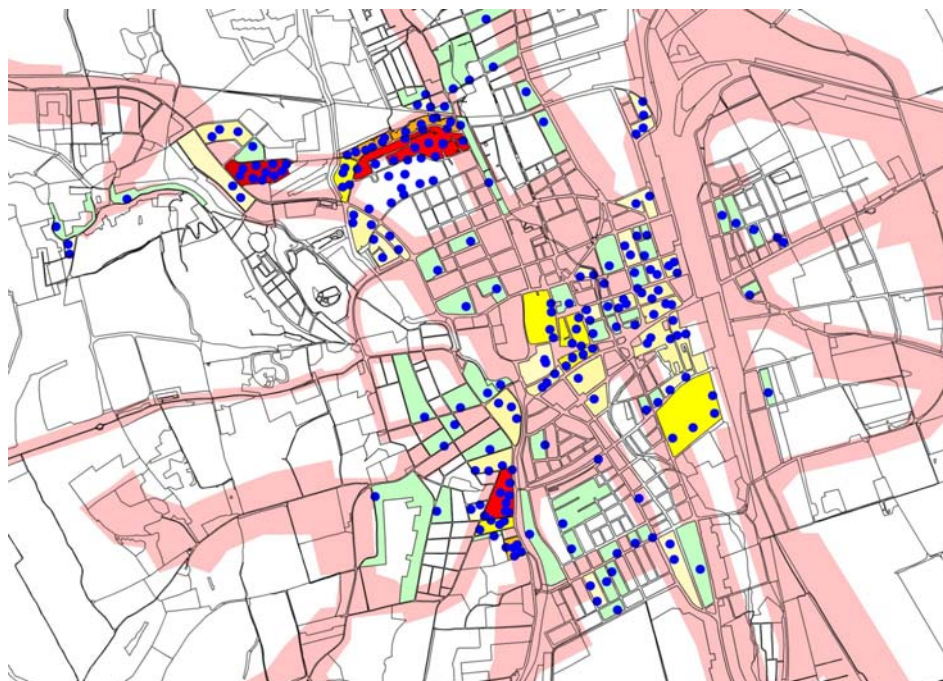
37. ábra. Női asztmás betegek eloszlása

E példa végén egy elemzési folyamat bemutatása, amely a nők légúti megbetegedései és a nitrogén-oxid koncentráció közötti összefüggést vizsgálta (38. ábra).



38. ábra

A második példa egy teljes település (nagyváros) adatbázisa, ahol az értelmi fogyatékos gyerekek születési helyét és idejét hasonlítottuk össze néhány környezeti ártalommal (zaj, légszennyezettség, zöldfelület hiánya, stb.). Ebben az esetben az egész településre kiterjedően pontos helymeghatározást lehetett végezni (lakcím szerint), így tudtuk elkészíteni a kiinduló információs rétegeket. Az elemzés az egy időben elkészült környezeti fedvényekkel így viszonylag egyszerűvé vált (Példa: 39. ábra).



39. ábra. Az értelmi fogyatékos gyerekek és az általános zajszenyezettségi térkép

7.4. Az erőd kutatásról, mint komplex térinformatikai feladatról

Az erőd kutatás általános kérdései

Az erődökről, várakról, az ezekkel összefüggő történeti eseményekről (legfőképpen a hozzájuk kapcsolódó ostromokról) szóló művek, vizsgálatok általában nagy érdeklődésre tarthatnak számot. Különösen vonatkozik ez hazánkra, mivel közel másfél évszázadig folyamatos harcokban védtük országunkat, és természetesen ezen keresztül a nyugati világot a délről támadó török terjeszkedés ellen. Szinte szó szerint értendő az a már talán elcsépelet kifejezés, miszerint mi voltunk a "nyugat védőbástyája". Az is igaz azonban, hogy ebben az óriási és sokáig tartó erőfeszítésben közvetlen szomszédaink is segítségünkre voltak. Az ebben a korban épített és korszerűsített erődítményekről, ezek szerepéről, a hadtörténeti eseményekről számtalan mű született, mind a történelem, mind a hadtörténelem területén.

Különösen a várharcokkal kapcsolatban azonban felmerülhetnek olyan problémák, amelyek misztikus ködbe takarják ezen eseményeket, és pozitív vagy negatív irányba, de téves magyarázatok kreálását segítik elő. Ezek a megoldandó (és mint látjuk a későbbiekben, megoldható) kérdések, feladatok az erődítmények fizikai megvalósulásának, felépítésének, szerkezetének és funkcióinak körébe tartoznak. Ugyanis, amennyiben csak a hozzájuk kapcsolódó eseményeket ismerjük, illetve jól rosszul fizikai alakjukat, ezeknek az eseményeknek közvetlen okai, lefolyásuk előzetes meghatározottsága ismeretlen maradhat, ami történeti szempontból téves preconcepciók és téves következtetések kialakítását jelenti. Ezen kívül van még olyan "mellékterméke" is ennek a kérdéskörnek, hogy egyes eseményekhez, időszakokhoz téves fizikai állapot rögzül. Magától értetődik, hogy ez a jelenség is elősegítheti az esetleges "érthetetlen" történések látszólagos bekövetkeztét.

Amennyiben feladatunk az, hogy megkíséreljük azoknak a homályosnak tűnő segédinformációknak kifejtését, rendszerezését, összegzését, amelyek segíthetnek a hazai erődépítészet jobb megértésében, akkor ezt avval a módszerrel oldhatjuk meg, hogy speciális szemüvegen keresztül (gyakorlatilag a történettudománytól függetlenül) vizsgáljuk a várak, erődök építését, funkcióit. Ez a módszer pedig a mérnöki szemlélet, amely, mint "általánosan tudott", a fizikai valóságból indul ki, ezt a valóságot magyarázza, és esetenként a magyarázatok, fizikai és geometriai alapelvek segítségével esetleg megkísérli a múlt fizikai valóságát legalábbis elméletben rekonstruálni.

Az alább felvázolt mérnöki kutatási irányok másik nagyon fontos összetevője a fellelt, rekonstruált, begyűjtött erődítési információknak integrálása olyan egységes adatbázisba, amely megkönnyíti, sőt esetenként egyáltalán lehetővé teszi ezen információk elemzését, következtetések levonását. Az ez irányú adatbázist legelőnyösebben a térinformatika eszközeivel valósíthatjuk meg, illetve az adatfeldolgozást, újszerű adatok előállítását is az ide tartozó rendszerek támogatják. Külön kiemelendő, hogy a környezeti rekonstrukció, aminek legfontosabb eszköze a GIS, segítheti a kutatott erődítmények elemzését, kiterjedésük lehatárolását. Az erődök kutatásával kapcsolatban kiindulásképpen meg kell jegyezni, hogy a későbbiekben tárgyalt, viszonylag bonyolult problémák vizsgálatánál, a vizsgálati adatbázisok kialakításánál is összetett (történeti, régészeti, műszaki) adatgyűjtés szükséges.

Az építőmérnöki ismeretek szerepe

A korábbiakban már áttekintettük azokat a módszereket (térinformatika, modellezés, stb.), amelyek az erőd kutatásban, az esetleges rekonstrukcióban fontos szerepet játszanak. Természetesen ahhoz, hogy elemezni, rekonstruálni tudjuk a vizsgált jelenségeket, a

későbbiekben részletesen tárgyalt széleskörű adatgyűjtésre van szükség. Mindezek az összetevők azonban sok esetben nem elégségesek legalábbis az épített erődelemek minősítésénél, funkciójának vizsgálatánál. Ezekon kívül az építés körülményeinek, az azt meghatározó tényezőknek figyelembevétele is fontos. Ez utóbbi jellemzők viszont szinte kizárólagosan az építőmérnöki tudományterületekkel vannak kapcsolatban, így röviden át kell tekinteni, hogy az erődkutatásban milyen előzetes információkat szolgáltathat az építőmérnöki szakma. Egyébként ezek az ismeretek sokszor deduktív (és kötelező) jellegű kiindulási alapokat jelentenek.

A rövid áttekintési lehetőségek miatt példákon keresztül erősítjük meg az elmondottakat. Amennyiben az erődépítés folyamatát vesszük alapul, már a tervezés időszakában meghatározó volt a mérnöki ismeretanyag. Ez természetesen a tüzéséggel, annak lőirányával, a pásztaási lehetőségek meghatározásával voltak kapcsolatosak (geodézia, kitűzések - később bővebb magyarázattal). A kivitelezés első fázisa az alapok elkészítése, hiszen az alapozás meghatározza a falak terhelhetőségét, stb. (geotechnika, alapozás). A védművek méreteinek kialakítása is szigorú alapelvek szerint kell, hogy történjen, hiszen a falvastagság, magasság, esetleges kiegészítő földtöltések méretei mind olyan elemek, amelyek stabilitását számításokkal kell biztosítani (földművek, statika). Nyilvánvalóan a vizsgált objektumokat nem csak "nyugalomban" érik hatások (főként gravitáció, talajnyomás) hanem működés (ostrom) közben kiemelten nagy, főleg oldalirányú hatások is érik. Ezek a hatások, erők az ostromtüzéség működésének következményei. Részben a támadott falazat ellenállását (szilárdságtan) kell úgy kialakítani, hogy a legnagyobb feltételezett erőhatásoknak hosszú ideig ellenálljon (szilárdságtan, dinamika), részben az egész rendszer együttes energiaelnyelő és -vezető képességét kell fokozni (rugalmasságtan). Ezenkívül természetesen meg kell tervezni az esetleges rombolások következtében fellépő szerkezeti egymáshatások minimalizálását is (pl. rombolt falazat mögöl az árokvédő műre omló föld kérdése). Végül megemlítendő, hogy az egész építés alatt fokozottan ügyelni kell a tüzéségi szempontok szerinti irányok, távolságok, érintősíkok, stb. pontos kivitelezésére (építésirányítás - geodézia).

Ezekből az érintőleges példákól is látszik, hogy a különböző korok különböző feladatú erődelemei olyan szakmai alapokon fejlődtek ki, amelyek ma is számíthatók, mérnöki szempontokból egyértelműek, sőt meghatározottak. Ezért az erődkutatás modellezési részénél az ilyen előzetes ismereteknek meghatározó szerepük kell, hogy legyen.

Ha megemlítjük ezeken kívül a jelenben folyó felderítési feladatokat is (lásd később bővebben), akkor az építőmérnöki szakmai ismeretek szintén meghatározó szerepet töltenek be az erődelemek felderítésénél (távérzékelés), a felméréseknél, térképezésnél (geodézia, topográfia), valamint az adatok rendszerezésénél, elemzéseknél (térinformatika).

Tömören:

- 1. Az építőmérnöki ismeretek meghatározóak a védművek tervezésénél, kivitelezésénél**
- 2. Ezen ismeretek figyelembevétele és követése szükségszerű, át nem hágható**
- 3. A régi elemek felderítése, modellezése, rekonstrukciója szintén ezen alapszik**

A geodézia, mint a rendszer alapja

Ennél a fejezetnél kell röviden összefoglalni néhány geodéziai kérdést, amelyek támogatják az erődkutatással foglalkozó adatbázisok kialakítását. Mind a nagy pontosságú, valamilyen egységes geometriai rendszerben való felmérés, mind a korábban is említett távérzékelési

eljárások eredményeinek hasonló egységes geometriai integrációját megvalósító módszerek nagy része a geodézia tudományterületébe tartozik.

A geodéziának alkalmazási lehetőségei szerint három nagy csoportja lehetséges. Az első, amivel általában (jelen keretek között) nem kerülünk kapcsolatba, a felsőgeodézia. Ez a tudományterület a földalak, az országos alaprendszerek meghatározásával foglalkozik. Az erőd kutatással szoros összefüggésben van a második nagy csoport, a felmérések, ipari jellegű geodézia. Ennek legfontosabb jellemzője az egyes objektumok pontjainak nagy pontosságú (esetenként cm nagyságrendű) bemérése, az országos alaprendszerben koordinátáinak meghatározása (ilyen eljárásokkal célszerű pl. az erődelemek geometriai jellemzőinek megadása). Végül a harmadik csoport a topográfia, amelyik a földfelszín alakzatainak meghatározásával foglalkozik, szintén elsődlegesen koordináta-meghatározással. Ilyen módszerekkel történik például az erődök környezetének felmérése.

Maga a mérési, meghatározási eljárásnak több, a pontosságot, felhasználhatóságot befolyásoló módszere van. A legegyszerűbb a szintezés, amely esetben folyamatosan kitűzve a helyi vízszintest, nagy pontossággal meghatározható a legkisebb (esetleg cm-nél kisebb) terepi magasságkülönbség is. A szögmérésen és távmérésen alapuló műszerekkel (mérőállomásokkal) három-dimenziós koordináták kaphatók, igaz, hogy magasságilag a szintezésnél kisebb pontossággal. Ez a bonyolult erődrészletek legjobb, leggyorsabb felmérési eljárása. Ezt csak kivételesen, főleg a kilövési lehetőségek meghatározásánál alkalmazzuk. Végül a gyors adat-meghatározást segíti a műholdas navigáción (GPS) alapuló eljárás. A GPS-módszerek két eljárása alkalmazható esetünkben. Amennyiben kisebb pontosság szükséges (pl. erődelemek lokalizálása), akkor navigációs műszerek használata indokolt. Ennek pontossági követelményei elérhetik a néhány (akár 5-6) métert. A nagy pontosságú információgyűjtéshez geodéziai vevők szükségesek, ezekkel (nem mindig és mindenhol) elérhető akár a néhány mm-es pontosság is.

Nem mindegy, hogy a fent említett módszerek közül mikor melyiket használjuk. Ugyanis a mérési eljárás pontossága, a teljesítőképesség, a költségek és a feladatok között bonyolult összefüggések állnak fel. Ezért röviden át kell tekinteni a különféle felmérési termékek követelményeit. Ha úgynevezett geodéziai méretarányokban gondolkodunk (1:50-500, 1:1000, 1:4000), akkor leginkább mérőállomást kell alkalmaznunk. Ezekkel mindig elérhető a megkívánt (0,1 m, 0,5 m) pontosság. Természetesen itt helye lehet más, most nem tárgyalt egyszerű felmérési módszernek is. Ha GPS-módszereket kívánunk felhasználni, csak a meglehetősen drága geodéziai GPS (RTK) alkalmazható. Az azonban megjegyzendő, hogy a terep gondos bejárása, a részletek felismerése és rajzi rögzítése nélkül sikert nem érhetünk el (a terepi méretek rögzítésével). Ehhez általában mindig csatlakoztatandók a helyszínen készített célirányos felvételek.

Az úgynevezett topográfiai méretarányokban (1:10000, 1:25000), amelyekben inkább a környezet meghatározása és a rendszerek általános rekonstrukciója folyik, a távérzékelés (fotogrammetria) mellett meghatározó a GPS használata. Itt már elegendő pontosságot nyújt a navigációs eljárás is, az előbb említett terepbejárás, felderítés mellett.

Tömören:

- 1. Az egységes adatgyűjtés megvalósítása szükségessé teszi a geodézia alkalmazását**
- 2. A geodézia különböző módszereket ajánl az objektumok, jelenségek felmérésére**
- 3. A felhasznált mérési eljárás befolyásolja a pontosságot, költségeket, eredményességet**

Katonai objektumok felderítése

A katonai objektumok felderítése, részletekbe menő térképezése kissé bonyolultabb feladat, mint az általános (régészeti, történeti) célú adatgyűjtés. Ugyanis alapvető szakmai ismeretanyag szükséges az objektumok felismeréséhez, a terepi összefüggések megállapításához. Ez a bonyolultság két okra vezethető vissza. Az egyik a funkcióból adódik. Ezek a létesítmények gyakran váltak támadások célpontjává, tehát folyamatos rombolásnak voltak kitéve. Így gyakran egyes részletek hiányoznak, a felismerhetetlenségig megváltoztak (főként a földerdítések esetében). Ehhez járul még ezeknek a létesítményeknek egy idő után való feleslegessé válása, mikor is részben elbontásra, részben gyökeres átalakításra kerülnek, így esetleg csak másodlagos jelenségekből (szánkódomb, halastó, stb.) lehet felderíteni őket. Az információgyűjtés másik fő problémája az, hogy sok esetben (környezeti, politikai, stb. hatásokra) ezeket az objektumokat folyamatosan átépítik, kiegészítik, így az egy állapotra vonatkozó információk meghatározása szintén alapos háttértudást igényel. Ugyanakkor részben egyszerű is a feladat, hiszen általában a létesítések valamilyen rendszer szerint történtek, szigorú elveknek megfelelően.

A felderítéshez szükséges ismeretanyag közül talán a legfontosabb a funkcionális jellemzők megismerése. Ez azt jelenti, hogy miért, milyen korabeli elvek szerint alakították ki az erődöket, hogyan használták fel védelmi létesítményeit. Ha ilyen tudás birtokában vagyunk, előre prognosztizálhatunk a lelőhelyen fontos helyeket, irányokat, valamint az összefüggések felismerése könnyebbé válik. Másodsorban szükségesek építészeti ismeretek, a felhasznált anyagok ismerete, de ezek inkább a rekonstrukció kérdéskörébe tartoznak.

Ezeket kívül a fotóinterpretációs folyamat nem sokban különbözik a korábban tárgyaltaktól. Itt is elmondható, hogy a multitemporális kutatásoknak létjogosultságuk van, a korábbi bolygatatlan állapotok vizsgálati lehetőségei miatt. Szét kell választani a nagy kiterjedésű objektumok felderítését a helyi jellegű vizsgálatoktól. A nagy területre kiterjedő kutatás az úrfelvételek alkalmazását is szükségessé teheti, mindenesetre feltétlenül homogén adatforrásokhoz kell nyúlni. Az így kutatható jelenségek a nagy lineáris, elliptikus rendszerek. A konkrét erődítések felderítésénél fokozottan jelentkezik egy olyan probléma, amely "tisztán" régészeti objektumoknál (a domborzati jelenségek kevésbé markánsak) nem annyira jelentkezik. A katonai létesítmények (koruknál fogva is) esetleg erősen tagolt felszint hoznak létre, amire rátelepszik a természetes növénytakaró, a mezőgazdaság kikerüli. Így ezek a területek gyakran teljesen fedettek, légifényképekből való kiértékelésük nehéz. Emiatt sokszor szükséges a kiegészítő terepi adatgyűjtés, a geodéziai felmérések végrehajtása. A terepi adatgyűjtésre azért is szükség lehet, mert több esetben (fényhatások miatt) a légifelvételken kisebb felszíni anomáliák egyáltalán nem látszanak, és a terepbejárás fényt deríthet sok összefüggésre.

Tömören:

- 1. A katonai létesítmények interpretációjához sok szakmai ismeret szükséges**
- 2. A növényzet fokozott hatása miatt általában terepbejárás és kiegészítő felmérés kell**

Katonai objektumok rekonstrukciója

Az objektumrekonstrukció természetes kiinduló információi a történettudományokhoz kapcsolódó adatok. Hiszen a történeti - hadtörténeti források alapján kezdődik általában maga a vizsgálat is. Fontos azonban megjegyezni, hogy a történeti leírásokat szigorú forráskritika alá kell venni, mert ezek gyakran a politika és szubjektív megítélés hatókörébe kerülnek (pl. akár a török történetírók túlzó várleírásaira, akár az Árpád-vonallal kapcsolatos szovjet jelentésekre gondolunk). Sajnos ide tartoznak többnyire a hadtörténeti leírások is. Van azonban egy olyan szelete a hadtörténelemnek, amire biztosan hagyatkozhatunk. Ilyenek a helyszíni katonai jelentések (ostromokról, stb.), a hadmérnöki felmérések. Természetesen ezek is tartalmazhatnak hiányokat, de általában megbízható forrást jelentenek. A műszaki irányba történő elmozdulást itt is a régészeti adatok feldolgozása hozza magával. A régészeti feltárások, információk a maguk grafikai valóságukban jelentenek pontos kiindulási adatokat. Itt meg kell jegyezni, hogy a régészeti felmérésekről, adatrögzítésről van szó, nem ezek interpretációjáról.

A rekonstrukcióhoz szükséges műszaki segédtudományok közül legfontosabb az építőmérnöki ismeretanyag. Ez magába foglal bizonyos statikai, dinamikai kérdéseket (mi, hogyan épül és építésetileg miért), közlekedéscépesítési feladatok megoldását (szállítás, logisztika) valamint geodéziai kérdéseket (tűzvezetés, irányzás, fő védelmi irányok, stb.) is. Az ilyen jellegű alapadatok bevonása a feladat megoldásába kiküszöbölheti a funkciótlán, "művészi jellegű" elméleti rekonstrukciós elképzeléseket.

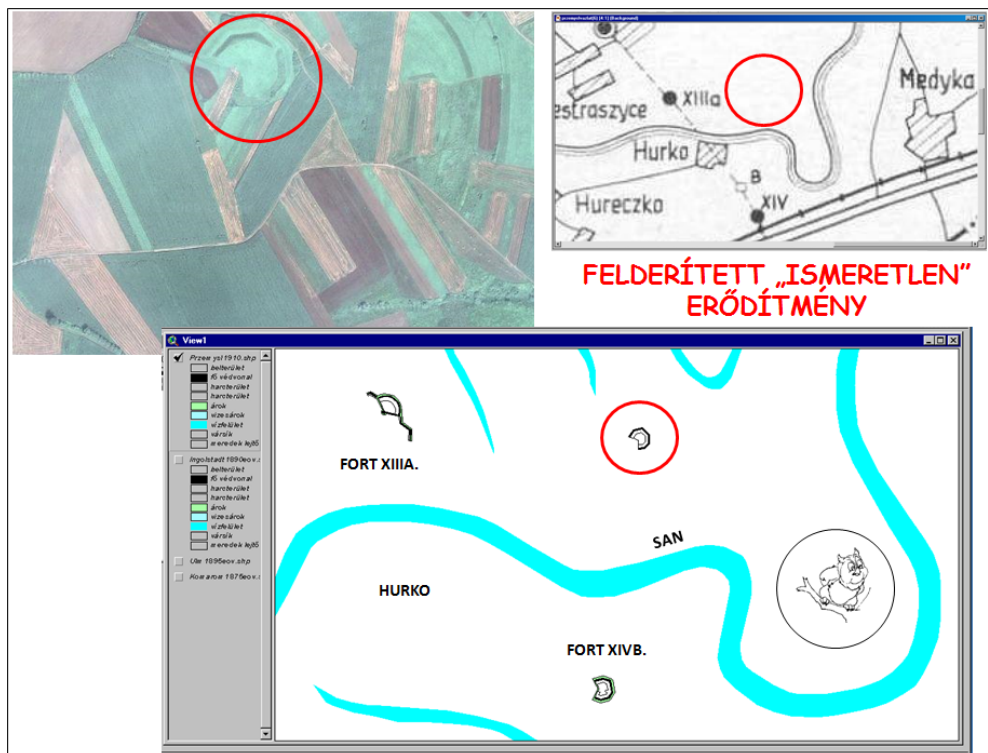
Nagyon fontos a fegyvertani ismeretek alkalmazása. Amennyiben tudjuk, hogy melyik fegyver hogyan működik, alkalmazásának milyen kritériumai vannak (pl. mekkora tér szükséges egy ágyú kezeléséhez, mekkora a hatásos lőtávolsága), az objektumok "szükséges" méretei, felépítése is a valóságnak megfelelőbbek lesznek. Ehhez kapcsolhatók olyan hadművészeti ismeretek is, ami azt világítja meg, hogyan és miért úgy hajtottak végre bizonyos védelmi, támadó tevékenységeket. Mindezek az eddig bemutatott források határozzák meg a keresett objektum elméleti modelljét (milyen elemekből állt, ezek hogy nézhetek ki, hogyan funkcionáltak).

A katonai objektumok gyakorlati felépítését természetesen valamilyen egységes geometriai rendszerben célszerű megvalósítani. Ennek a rendszernek alapja (mint korábban is leírtuk) az 1:10000 topográfiai térkép. Azonban, mivel az egyes várak, erődök, sáncok területe viszonylag kis kiterjedésű, és egyébként bonyolult felépítésű, az esetek nagy részében szükség van még egy ehhez kapcsolódó nagyméretarányú alaptérképre is. Ugyanez vonatkozik a magassági információkra is. A topográfiai térképek pontos magassági adatai itt általában csak az átfogó elemzésre alkalmasak. A kiegészítő helyszíni felmérésekre gyakorlatilag mindig szükség van. Ez nem csak a mikrodomborzat meghatározása miatt van így, hanem azért, mert amennyiben nem ismerjük fel az egyes erődelemeket (nincs szakmai ismeretanyagunk), akkor felmérésünk nem célirányos, nem mindig biztosítja az erődelem felismerését.

A rendelkezésre álló archív térképek közül ez esetben a geodéziai jellegű hadmérnöki felmérések a mérvadóak (a katonai topográfiai felmérések túl kis méretarányúak). Ezeket mindig alapként lehet felhasználni, még akkor is, ha esetleg hiányosak. Az egyéb térképi anyagokat, földrajzi térképeket, látványképeket általában csak kiegészítőként szabad alkalmazni (forráskritika).

A légifényképek és ma már a nagyfelbontású űrfelvételek is kettős szerepet játszhatnak a rekonstrukcióban. Részben, mint régészeti objektumokat vizsgálva, a föld alatti elemek, növényzeti anomáliák felismerésével, részben pedig a fotóinterpretáció segítségével, átfogó

összefüggések felismerésével. Az elméleti modell ismeretanyagát alkalmazva, a terepfelmérés, térképelemzés és fotóinterpretáció együttes eredményét integrálva készül el az objektum fizikai modellje, ami már a teljes rekonstrukciót tartalmazza (40. ábra).



40. ábra: Erődfelderítés és lokalizálás (Przemysl)

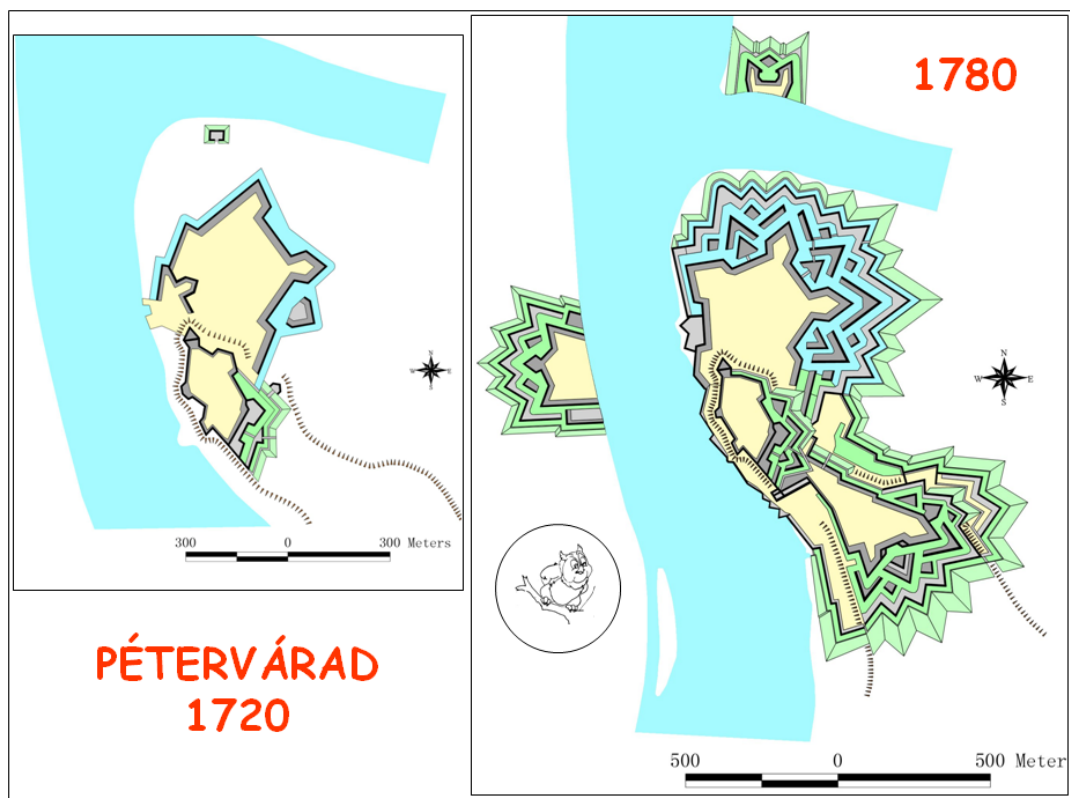
Az erőd kutatás területén egy másik jelentős alkalmazás az, amikor a térinformatika és távérzékelés célja nem nyilvántartási jellegű GIS, hanem a térinformatika eszközeivel konkrét kutatási feladatot oldunk meg. Tehát a térinformatika mint szükséges újszerű eljárás jelenik meg az erődítmények feltárásának, felépítésének tisztázásánál. Emiatt talán a térinformatika legmagasabb fokú alkalmazásának is tekinthetjük, hiszen új információkat hozunk létre segítségével.

A módszer lényege a következő: A térinformatikában adott egységes rendszerbe kell integrálni minden rendelkezésre álló olyan alapszolgáltatást, amelyik a kérdéses vizsgált erődítménnyel kapcsolatos. Miután kiválasztottuk adatbázisunk alaprendszerét (ez minden esetben az EOV rendszer), ebbe illesztjük bele az összes adatunkat. A korábban tárgyalt alapanyag-feldolgozási eljárásokkal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az általában használt nagyobb méretarányok (pontosság, felbontóképesség) miatt a különféle térképek, képek geometriai bedolgozása (integrálása) körültekintő munkát kíván. Alkalmazhatók a pontosság növelésére olyan megfontolások is, hogy az interpretáció eredményeként felismert azonosnak elismert részletek, objektumok transzformáció nélkül kerüljenek az egységes rendszerbe, illetve ezek az elemek illesztő-felületként funkcionálhatnak egy erősen megosztott, "töredezett", kis területeket érintő transzformáció-sorozatnál.

Az adatok térinformatikai összegzése jelenti a kutatási feladat kiindulási helyzetét. Az együttes értelmezés kijelölheti azokat a területeket, ahol további, terepi információgyűjtés szükséges, illetve konkrét részeredményeket is produkálhat. A terepbejárás kiemelten fontos része a munkának. Részből olyan felmérések céljából, amelyek nagyméretarányú adatgyűjtést kívánnak (mikrodomborzat, kis mértékű terepidom-változások). Sok esetben a terepbejárás

önmagában is fontos eredményeket hozhat (erődelemek felismerése konkrét alapismeretek alapján), és kaphatunk olyan speciális terepi információkat is, amely további előrehaladást jelenthet (pl. lakosság elmondása alapján).

A terepi információkkal kiegészített térinformatikai rendszer végleges elemzéséhez ezután hozzávesszük háttér-információként pl. a speciális hadmérnöki ismereteket, és az összes adat birtokában nagy megbízhatósággal rekonstruálni tudjuk az egész létesítményt, a közvetlen környezetével együtt. Így a rendelkezésre álló adatok együttes interpretációjával, építési megfontolásokkal magában a térinformatikai rendszerben történik meg a végleges rekonstrukció. Belátható, hogy ez a módszer magába tudja integrálni az összes információt, ezek együttes vizsgálatára is alkalmas, a végleges térképezés pedig országos rendszerben történik. Így a lehető legpontosabb és leghasználhatóbb erőd-vizsgálatot lehet segítségével végrehajtani, egyben az adatok kapcsolhatók a többi országos adatbázishoz is (legalábbis az elhelyezkedést illetően) (41. ábra).



41. ábra: Rekonstrukció két időpontra (Pétervárad)

Tömören:

1. Az objektumrekonstrukció alapja az EOV nagyméretarányú alaptérkép
2. Feltétlenül szükséges több segédtudomány alkalmazása (pl. építőmérnöki ismeretek)
3. A térinformatika egyik legmagasabb fokú alkalmazása a rekonstrukciós GIS

8. AJÁNLOTT IRODALOM

Winkler Gusztáv: Információgyűjtési módszerek a távérzékelésben (nyomtatott jegyzet)

Winkler Gusztáv: Reneszánsz erődépítészet Magyarországon (ny. könyv-2004)

Winkler Gusztáv: Környezet és távérzékelés (jegyzet - HEFOP 2004)

Winkler Gusztáv: Topográfia, kartográfia (jegyzet - HEFOP 2004)

Winkler Gusztáv: Erődvárosok, városerődítések (nyomtatott tankönyv-2007)

Juhász Attila – Winkler Gusztáv: Nagyfelbontású úrfelvételek használatának lehetőségei
hadtörténeti rekonstrukcióban (Geod. Kart. 2007/6 ny. szacikk-2007)

Winkler Gusztáv: Elfelejtett kapcsolatok (tér, idő, magyarság) (nyomtatott könyv-2009)

Winkler Gusztáv: Tér és idő problémák az adatgyűjtésben (Geomatikai közlemények XIII/1)